This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

Harvard University

LIBRARY OF THE

CHEMICAL DEPARTMENT

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

SCIENCE CENTER LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Bound
June, 1931

Digitized by Google

MÉMORIAL

DES

POUDRES ET SALPÊTRES

Digitized by Google

22716. PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

Digitized by Google

MÉMORIAL

DES

POUDRES ET SALPÊTRES

PUBLIÉ PAR LES SOINS

DU SERVICE DES POUDRES ET SALPÊTRES,

AVEC L'AUTORISATION

DU MINISTRE DE LA GUERRE.

TOME HUITIÈME.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1895-1896

(Tous droits réservés.)

Digitized by Google

Sci 1280.96

July 1920
HARVARD UNIVERSITY
CHEMICAL LABORATORY
Degrand Fund

Digitized by Google

PREMIÈRE PARTIE.

DOCUMENTS TECHNIQUES.

Digitized by Google

Digitized by Google

RECHERCHES

SUR

QUELQUES SELS DE L'ACIDE AZOTHYDRIQUE;

PAR

M. BERTHELOT,

Sénateur, membre de l'Institut,
Président de la Commission des substances explosives,

ET

M. VIEILLE,

Ingénieur en chef des poudres et salpêtres.

La suite de nos recherches sur les matières explosives nous conduisait à étudier les propriétés des sels de l'acide azothydrique. Quoique nos recherches aient été interrompues, nous croyons utile de faire connaître les résultats observés. Ils concernent l'azothydrate d'ammoniaque et les sels mercureux et mercurique du même acide. Ces expériences ont été exécutées avec le concours dévoué du chef d'épreuves, M. Chenel, qui, malheureusement, a été blessé dans les essais exécutés sur l'azoture mercurique, ce qui nous a obligés à mettre fin à ces études (1).

Azothydrate d'ammoniaque ou triazoture d'ammoniaque : Az^3H, AzH^3. — Ce sel a été préparé d'après les indications de Curtius, au moyen du diazohippuramide, délayé dans l'alcool, et du gaz ammoniac. Sa cristallisation dans l'eau donne de magnifiques cristaux, brillants et transparents, dont le maniement n'a pas paru offrir de dangers spéciaux. Il se sublime dès la température

(1) Le procès-verbal des observations et remarques faites au cours de la préparation des matières employées a été dressé par M. Chenel et inséré à la suite du présent mémoire.

Digitized by Google

ordinaire, en dose considérable dans le vide sec, en opérant sur le chlorure de calcium.

L'azoture d'ammonium a été soumis aux épreuves normales, destinées à en fixer les caractéristiques explosives.

Mesure des pressions en vase clos. — En raison des quantités de matière restreintes dont on disposait, les pressions ont été mesurées dans une éprouvette en acier de $1^{cc},121$ de capacité intérieure, munie d'un appareil crusher enregistreur. Le piston de cet appareil a une section de $\frac{1}{8}$ de centimètre carré. Il écrase un cylindre de cuivre de $4^{mm},90$ de hauteur et de 3^{mm} de diamètre. Ce type de cylindre est celui qui est utilisé pour mesurer les pressions dans les armes de petit calibre.

Les résultats des déterminations sont consignés dans le tableau suivant; ils sont rapprochés de déterminations effectuées avec le même appareil sur une poudre sans fumée pour arme de guerre à base de cellulose nitrée pure.

Nature de la poudre.	Densité de chargement.	Écrasement.	Pressions.		$\frac{P}{\Delta}$.	N° de l'expérience 1893.
Azoture d'ammonium.	0,1	0,45	842 (1)		8420	16
	0,2	1,56	1961	1922	9610	15
	0,2	1,48	1884			17
	0,3	2,63	3514		11713	18
Poudre sans fumée.	0,1	0,50	908	925	9250	19
	0,1	0,53	943			22
	0,2	1,51	1910	1920	9600	21
	0,2	1,53	1930			23

Il résulte de ces nombres que les pressions de l'azoture d'ammonium sont voisines de celles du coton-poudre, dans les limites de nos expériences. L'allure du tracé recueilli à la densité de chargement 0,3, sous la pression maximum de 3514^{kg}, indique un mode de combustion relativement lent, comparable à celui des poudres balistiques proprement dites.

(1) Une expérience de pression a été écartée, comme fournissant des résultats manifestement inexacts : cet essai, relatif à l'azoture d'ammonium, à la densité 0,1, a donné 658^{kg}.

Digitized by Google

Le calcul du covolume et de la force conduit aux valeurs $\alpha' = 1{,}30$, $f = 7130$.

Le tableau suivant permet de comparer les pressions mesurées et calculées.

Densité de chargement.	Pressions observées.	Pressions calculées.
0,1	842	820
0,2	1922	1926
0,3	3514	3506

On verra plus loin que le covolume théorique, déduit du volume spécifique, 1148^{lit}, coïncide suffisamment avec le covolume expérimental.

Température de déflagration. — Les nombres ci-dessus conduisent à évaluer, vers 1350°-1400°, la température de déflagration; mais il y a lieu de considérer cette valeur comme un minimum, en raison de l'influence du refroidissement, qui est très sensible dans les petits récipients et abaisse de 20 pour 100 environ les pressions observables dans des éprouvettes de capacité normale.

Mode de décomposition. — Analyse des gaz. — Les premiers essais qualitatifs effectués sur les gaz provenant de la décomposition à la densité de chargement 0,1 ont montré que ces gaz se composaient d'ammoniaque, d'hydrogène et d'azote.

Les observations faites à la densité de chargement 0,2 ont montré de plus que le gaz ammoniac était liquéfié dans l'éprouvette, lorsque le système, après l'explosion, était revenu à la température ambiante. En effet, les premières portions de gaz recueillies sur le mercure et extraites de la partie inférieure de l'éprouvette étaient extrêmement riches en ammoniaque, l'absorption par l'acide sulfurique ou l'eau atteignant 70 pour 100. Les prélèvements ultérieurs ne fournissaient plus qu'une absorption de 9,1 pour 100.

L'analyse a porté sur les gaz dépouillés d'ammoniaque, c'est-à-dire après une absorption opérée à l'aide de l'acide sulfurique. Elle a donné, par combustion, les résultats suivants :

Digitized by Google

Gaz provenant de la combustion à diverses densités de chargement.

	0,1.	0,2.	0,3.
Hydrogène.....	21,97	29,75	32,21
Gaz des marais...	0,17	1,33	»
Azote.....	71,20	68,52	»
	100,54	99,60	

La présence du gaz des marais en quantités très faibles s'explique par l'existence d'une trace de graisse sur les obturateurs et les bouchons de l'appareil. Si l'on néglige cette impureté, les analyses donnent le rapport des gaz permanents, hydrogène et azote, provenant de la décomposition, et il est facile de déduire de cette donnée la composition générale des produits.

En représentant l'équation de décomposition par la relation

$$Az^4H^4 = aAz + bH + cAzH^3,$$

a, b, c désignant le nombre d'équivalents de chacun des produits, on a

$$a + c = 4,$$
$$b + 3c = 4,$$

et, d'après les expériences,

$$\frac{b}{a} = \frac{71,20}{29,87} \quad \text{ou} \quad 2,38 \text{ pour la densité } 0,1;$$
$$\frac{b}{a} = \frac{68,52}{29,75} \quad \text{ou} \quad 2,30 \text{ pour la densité } 0,2.$$

Ce rapport s'est rapproché de 2 pour 0,3, les données de l'analyse correspondante étant d'ailleurs incomplètes.

Or, la décomposition du sel en azote et hydrogène,

$$Az^4H^4 = Az^4 + H^4,$$

aurait produit les deux gaz à volumes égaux : soit $\frac{b}{a} = 1$.

La décomposition en ammoniaque, azote et hydrogène,

$$Az^4H^4 = Az^2 + H + AzH^5,$$

Digitized by Google

aurait produit 3 volumes d'azote pour 1 volume d'hydrogène :

$$\frac{b}{a} = 3.$$

Les trois analyses peuvent être représentées par les rapports suivants :

$$3{,}20\,Az + 1{,}60\,H + 0{,}80\,AzH^3 \text{ (densité } 0{,}3),$$
$$3{,}12\,Az + 1{,}35\,H + 0{,}88\,AzH^3 \text{ (densité } 0{,}2),$$
$$3{,}11\,Az + 1{,}31\,H + 0{,}89\,AzH^3 \text{ (densité } 0{,}1).$$

Le mode de décomposition est donc intermédiaire entre les deux équations données plus haut, mais voisin de celui qui correspond à la destruction de l'acide azothydrique, Az^3H, sans altération de l'ammoniaque qui lui était combinée, la dose de ce dernier composé subsistante formant les 0,80 et même les 0,89 de l'ammoniaque primitive, et la quantité décomposée étant d'autant plus faible que le système est moins condensé.

En d'autres termes, le sel tend à se dissocier et l'acide azothydrique tend à se décomposer seul ; ce qui prouve que la température développée n'est pas suffisante pour décomposer notablement l'ammoniaque en ses éléments, au moins pendant le temps excessivement court de l'explosion.

Cette circonstance est d'ailleurs favorable au développement de la force explosive, parce que l'énergie développée par la décomposition isolée de l'acide azothydrique concourt surtout à la dissociation de l'acide et de la base, sans être dépensée en dose notable pour séparer les éléments de l'ammoniaque en azote et hydrogène, séparation qui absorberait $12^{Cal},2$. Pour préciser, la séparation complète de l'azothydrate d'ammoniaque en ses éléments dégagerait $+19^{Cal},0$, à la température ordinaire; tandis que si le quart de l'azote demeure à l'état d'ammoniaque gazeuse, la chaleur dégagée montera à $+31^{Cal},2$. A la vérité, une telle séparation complète en éléments augmenterait le volume des gaz; mais cet accroissement est inférieur à celui que produirait, sur le système renfermant le gaz ammoniac non décomposé, la chaleur dépensée dans sa décomposition, ainsi qu'il résulte d'un théorème général établi par l'un de nous en 1871 (1).

(1) *Sur la force de la poudre,* etc., 3e édition, t. I, p. 24.

Digitized by Google

Il semble cependant en fait que, à mesure que la pression s'élève, une proportion croissante de l'ammoniaque soit détruite. Ajoutons que, dans les expériences exécutées au sein de l'oxygène comprimé, avec la bombe calorimétrique, la combustion de l'hydrogène a été trouvée complète. (*Ann. Chim. Phys.*, 6e série, t. XXVII, p. 298, et t. XXVIII, p. 138.)

Volume gazeux par unité de poids. — Le mode de décomposition observé correspond à un volume gazeux (réduit à 0° et $0^{m},760$) de 1148^{lit} par kilogramme. Ce chiffre est supérieur à celui que l'on obtient pour tous les autres explosifs connus. Le nitrate d'ammoniaque, en particulier, ne donne que $976^{lit},5$. Dans l'hypothèse d'une décomposition complète de l'ammoniaque, aux plus hautes densités de chargement, le volume gazeux total s'élèverait même à 1488^{lit}; mais la chaleur dégagée serait réduite.

Triazoture mercurique : $Az^{6}Hg$ (?). — Pour préparer ce corps, on a commencé par distiller l'azoture mercureux, 20^{gr} par exemple, avec la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour la saturation de l'oxyde de mercure, cet acide étant étendu de sept à huit fois son volume d'eau; ce qui a fourni une solution d'acide azothydrique. On a saturé ce dernier presque exactement avec de l'oxyde jaune de mercure, récemment précipité et bien lavé.

L'azoture mercurique se sépare alors en grande partie, à l'état de poudre blanche. Cependant il est soluble dans l'eau, surtout à chaud, et il cristallise par refroidissement en belles et longues aiguilles blanches. Mais il est fort explosif et l'étude a dû en être interrompue, par suite d'un accident grave signalé au début de cette étude.

L'azoture mercurique offre un certain intérêt, en raison de son rapprochement avec le fulminate de mercure. En effet, les deux corps renferment la même dose centésimale de mercure (en admettant la formule $Az^{6}Hg$) et leur décomposition fournit les mêmes volumes de gaz permanents.

$$Az^{6}Hg = 284^{gr}, \text{ produit } 3Az^{2} + Hg,$$
$$C^{2}Az^{2}O^{2}Hg = 284 \quad » \quad C^{2}O^{2} + Az^{2} + Hg.$$

Un calcul fondé sur des données probables, relatives à la cha-

Digitized by Google

leur de neutralisation et de dissolution de l'azoture mercurique, joint à la connaissance de la chaleur de formation de l'acide azothydrique et de l'oxyde de mercure, indique, pour la chaleur de décomposition de l'azoture mercurique, un nombre fort voisin de celui trouvé par nous pour le fulminate. Ajoutons encore que, d'après les données connues pour les volumes moléculaires des corps solides, les densités doivent être également voisines.

L'azoture mercurique doit donc être fort analogue au fulminate, par ses propriétés explosives. Malheureusement une explosion survenue dans des conditions inattendues a paru indiquer qu'il était plus sensible et, par conséquent, plus dangereux.

Triazoture mercureux : Az^3Hg ou Az^6Hg^2. — Ce sel s'obtient aisément en précipitant une solution aqueuse étendue de triazoture d'ammonium par le nitrate mercureux. Le précipité est lavé avec soin, par décantation, avec de l'eau distillée, et finalement sur le filtre, où on le recueille. Il ne renferme que des traces d'impuretés, moins de 1 centième, provenant de l'hippuramide.

L'azoture mercureux, Az^3Hg, préparé au Laboratoire central par le chef d'épreuves, M. Chenel, dans les conditions sus-décrites, a été soumis aux épreuves normales, destinées à fixer ses caractéristiques explosives.

Mesure des pressions en vases clos. — Le plus grand nombre des essais a été effectué à l'aide de l'éprouvette de 1^{cc}. Une seule expérience a été faite dans l'éprouvette normale de 22^{cc}.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Nature de l'éprouvette.	Densité de chargement.	Écrasements observés.	Pressions déduites du demi-écrasement.	Numéro de l'expérience.	$\frac{P}{\Delta}$.	Observations.
		mm				
	0,1	0,16	327	24	3270	Cliquetis sec, indiquant la déflagration violente.
Éprouvette de 1^{cc}.	0,2	0,43	530	25	2650	Le tracé indique nettement le fonctionnement à l'écrasement double.
Piston : $\frac{1^{eq}}{5}$.....	0,3	0,73	736	26	2450	
	0,4	1,66	1250	28	3122	Rupture de la tête du piston. — Emboutissage des obturateurs indiquant des pressions locales.
	0,5	3,08	1442	29	2884	
Éprouvette de 22^{cc}. Piston : 1^{eq}; 4^{kg}...	0,2	0,65	543	27	2715	

Digitized by Google

L'allure du tracé recueilli à la densité 0,2 montre que l'azoture de mercure présente un mode de décomposition d'une extrême rapidité, analogue à celui du fulminate de mercure et entraînant le fonctionnement dynamique de l'appareil crusher. Les valeurs très voisines des pressions obtenues par l'emploi du piston léger de $\frac{1}{5}$ de centimètre carré et du piston lourd de 4^{kg} ne laissent, d'ailleurs, aucun doute à cet égard.

Valeur du covolume. — Les valeurs concordantes des pressions obtenues à la densité 0,2 et la pression la plus élevée obtenue à la densité 0,5 conduisent à la valeur 0,20 environ pour le covolume. Ce nombre est identique à celui que l'on obtient théoriquement, en attribuant la valeur de $\frac{1}{1000}$ au covolume de l'azote, et, au covolume de la vapeur de mercure, la valeur du volume du mercure solide déduite de sa densité 14,39.

Les pressions sont alors données par l'expression

$$P = \frac{2600\,\Delta}{1 - 0,2\,\Delta},$$

dans laquelle la force de l'azoture mercureux est égale à 2600, valeur voisine de celle de la poudre noire ordinaire.

Le tableau suivant permet de comparer les pressions observées et calculées.

Densité de chargement.	Pressions observées.	Pressions calculées.
0,1	327	265
0,2	537	541
0,3	736	829
0,4	1250	1130
0,5	1412	1444

Cette valeur de la force, rapprochée du volume spécifique $230^{lit},6$, déduit de l'équation théorique de décomposition (laquelle est sensiblement exacte, ainsi que nous le verrons plus loin), conduit à évaluer à 2700° la température de déflagration.

Mode de décomposition. — L'analyse des produits de décomposition a été effectuée sur les matières utilisées dans les expériences calorimétriques mentionnées ci-dessous.

Digitized by Google

La bombe calorimétrique en acier était, après l'explosion d'une charge de 5^{gr} d'azoture, recouverte, sur toute sa surface intérieure, d'une couche de mercure pur, qui pouvait être rassemblé sous forme de globules.

Les gaz permanents, provenant de la décomposition et mélangés à l'azote pur de l'éprouvette, ont été analysés; ils ont fourni les chiffres suivants dans deux expériences concordantes :

Azote	94,97
Acide carbonique	0,14
Oxyde de carbone	2,90
Hydrogène	2,11
Formène	0,10
	100,25

L'oxyde de carbone a été dosé par absorption par le chlorure cuivreux acide; les proportions d'hydrogène et de formène résultent des observations de combustion eudiométrique. Le taux d'impureté de 5 pour 100 sur les gaz bruts s'élèverait à 7 pour 100, défalcation faite de l'azote initial de l'éprouvette.

Volume gazeux. — La mesure du volume gazeux fourni par la combustion de 1^{gr} de matière dans la même bombe, lavée à l'alcool avec le plus grand soin, a donné $147^{cc},5$ par kilogramme, au lieu de $138^{cc},35$ exigé par le mode de décomposition théorique. L'écart de 7 pour 100 par excès observé correspond bien aux impuretés indiquées par l'analyse. Il est vraisemblable que l'azoture mercureux retient une petite quantité d'hippuramide, qui altère sensiblement l'analyse gazeuse, bien que la composition centésimale de l'azoture mercureux se trouve à peine modifiée, ainsi qu'il résulte des analyses effectuées directement sur ce produit.

Les éléments gazeux permanents ne représentent, en effet, que le $\frac{1}{6}$ du poids total de l'azoture, et une altération de 6 pour 100 sur cette partie du produit n'entraîne qu'une variation de l'ordre du centième sur la composition de l'explosif.

Il ne paraît donc pas qu'il y ait lieu d'attribuer une importance notable à cette cause d'erreur dans les déterminations calorimétriques.

Digitized by Google

Chaleur de décomposition de l'azoture mercureux. — Les mesures ont été effectuées à l'aide d'une bombe en acier de 300^{cc} de capacité. L'azoture était placé, à la charge de 5^{gr}, dans une petite nacelle en clinquant d'acier, disposée au centre de la bombe remplie d'azote pur; il était enflammé par l'incandescence d'un fil de fer fin. L'explosion donnait lieu à un cliquetis violent et pulvérisait la nacelle, en incrustant parfois les fragments dans la paroi d'acier.

La mesure des températures a été effectuée dans les conditions classiques indiquées par l'un de nous.

Le poids total en eau du calorimètre, du thermomètre ou de la bombe et de ses accessoires était de 315^{gr},85; le poids de l'eau dans laquelle la bombe était immergée, de 1^{kg},800.

Trois expériences ont fourni, par la combustion de charges de 5^{gr}, les élévations de température corrigées suivantes :

	0,712
	0,7005
	0,705
Moyenne.....	0,706

d'où,

Pour la chaleur dégagée, à volume constant, par kilogr... 298^{Cal},7

c'est-à-dire,

Pour le poids $Az^6Hg^2 = 484^{gr}$..... +144^{Cal},6

Paris, 1er avril 1895.

Digitized by Google

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

ÉTUDE N° 95.

ÉTUDE DES DÉRIVÉS DE L'ACIDE AZOTHYDRIQUE.

PROCÈS-VERBAL DES OBSERVATIONS ET REMARQUES

FAITES AU COURS DE LA PRÉPARATION DE CES MATIÈRES.

Mémoires parus dans le *Bulletin de la Société chimique.*

OBJET.	AUTEURS.	SÉRIE.	TOME.	PAGE.
Préparation de l'hydrazine par l'aldéhyde ammoniaque	Curtius.	3e	4	272
Sur la découverte de l'acide azothydrique	Mendeleieff.	3e	5	404
Sur l'acide azothydrique	Curtius.	3e	5	587
Sur l'hydrate d'hydrazine	Curtius.	3e	5	666
Sur l'acide azothydrique.....	Noelting.	3e	6	214
Id.	Curtius.	3e	6	272
Sur le sulfate d'hydrazine.....	Curtius.	3e	6	720
Chaleurs de formation de l'hydrazine et de l'acide azothydrique.....	Berthelot.	3e	7	423
Sur l'acide azothydrique.....	Curtius.	3e	8	412
Propriétés organoleptiques de l'acide azothydrique.....	Lœw.	3e	8	865
Synthèse de l'acide azothydrique.	Wislicenus	3e	8	918

Préparation de l'azoture de sodium (sel sodique de l'acide azothydrique).

Méthode de Wislicenus (*Bulletin de la Société chimique,* 3e série, t. 8, p. 918).

L'auteur fait réagir le protoxyde d'azote sur l'amidure de sodium, fondu et obtenu par l'action du gaz ammoniac sur le sodium.

Digitized by Google

On a

$$AzH^2Na + 2AzO = Az^3Na + 2HO.$$

L'eau mise en liberté décompose l'excès d'amidure en donnant de la soude et de l'ammoniaque; de sorte que la réaction finale est exprimée par la formule

$$2(AzH^2Na) + 2AzO = Az^3Na + AzH^3 + NaO\,HO.$$

Pour cette préparation, on a suivi exactement les indications données dans le *Bulletin de la Société chimique*.

Quatre morceaux de sodium, représentant $0^{gr},5$ ou $0^{gr},6$, sont mis isolément dans une nacelle de porcelaine de 80^{mm} de longueur, contenue dans un tube de verre chauffé au sable, et on fait passer sur le sodium fondu un courant de gaz ammoniac séché sur la chaux, puis sur de la potasse.

La température la plus favorable pour la transformation du sodium en amidure paraît être celle de 400°. Elle est terminée lorsque les globules brillants de sodium ont disparu, et elle exige une heure et demie.

A ce moment, on laisse tomber la température vers 200° et l'on substitue au courant de gaz ammoniac un courant de protoxyde d'azote débarrassé de l'eau par condensation, puis par passage sur l'acide sulfurique et la chaux sodée.

Quand la réaction du protoxyde d'azote est commencée, ce qu'on reconnaît au boursouflement de la substance, on peut laisser remonter la température vers 300°. La réaction est alors plus rapide; elle est généralement terminée en une demi-heure. Le rendement en azoture correspond à 25 pour 100 du sodium employé.

On a essayé la préparation en disposant 2^{gr} de sodium dans un ballon chauffé au bain métallique comme étant plus facilement réglable. Dans ces conditions, elle est fort longue, parce que le sodium se réunit en un seul globule, même dans un ballon à fond plat; l'amidure formé ne peut pas s'écouler comme dans la nacelle; il recouvre constamment le sodium qui, alors, n'attaque plus l'ammoniaque.

L'attaque du verre par le sodium occasionne, d'ailleurs, beaucoup de ruptures.

Préparation de l'acide azothydrique.

(Curtius. — *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. 6, p. 272.)

L'opération précédente a donné, dans la nacelle, une masse bulleuse composée d'azoture de sodium, de soude caustique et de silice gélatineuse provenant de l'attaque de la porcelaine.

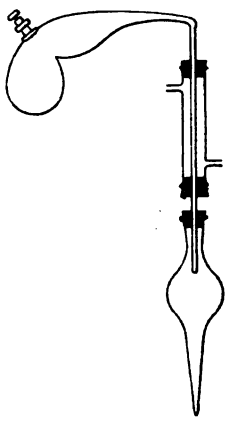
On réunit plusieurs de ces nacelles et l'on en fait le lavage méthodique pour avoir tout l'azoture dans le moins d'eau possible. On filtre pour

Digitized by Google

séparer la silice et l'on introduit la dissolution dans un appareil distillatoire ayant une tubulure bouchée à l'émeri par laquelle on peut introduire l'acide sulfurique éteint correspondant à tout le sodium mis en œuvre (*fig.* 1).

On distille lentement, en garantissant le col de la cornue contre la sur-

Fig. 1.



chauffe. Les premières gouttes donnent une dissolution très concentrée d'acide azothydrique. Elle fume à l'air et irrite fortement les yeux.

Ce n'est que par des rectifications qu'on arriverait à l'acide pur.

Préparation de l'azothydrate d'ammoniaque.

L'acide azothydrique obtenu par distillation après saturation de l'azoture de sodium a été recueilli dans une dissolution d'ammoniaque.

Pour éviter toute absorption, un petit tube à boule était interposé entre le tube de condensation et la dissolution ammoniacale.

Après avoir recueilli la plus grande partie de l'acide azothydrique, on a évaporé rapidement, dans le vide sec par le chlorure de calcium, la dissolution d'azothydrate.

Le sel s'est déposé en gros cristaux brillants.

Digitized by Google

Préparation de l'azoture d'ammonium au moyen de la diazohippuramide.

(Curtius. — *Bulletin de la Société chimique,* 3e série, t. 8, p. 412.)

Réactions successives conduisant à l'azothydrate d'ammoniaque :

Radical hippuryle $C^{18}H^9AzO^4$ représenté par Hp.

$$\underbrace{Hp, HO^2}_{\text{Acide hippurique.}} + \underbrace{C^4H^6O^2}_{\text{Alcool.}} = \underbrace{Hp, C^4H^5O^2}_{\text{Hippurate d'éthyle.}} + \underbrace{2HO}_{\text{Eau.}}$$

$$\underbrace{Hp, C^4H^5O^2}_{\text{Hippurate d'éthyle.}} + \underbrace{H^2Az^2H^2, 2HO}_{\text{Hydrate d'hydrazine.}} = \underbrace{Hp, HAz\text{-}AzH^2}_{\text{Hippurylhydrazine.}} + \underbrace{C^4H^6O^2}_{\text{Alcool.}} + \underbrace{2HO}_{\text{Eau.}}$$

$$\underbrace{Hp, HAz\text{-}AzH^2}_{\text{Hippurylhydrazine.}} + \underbrace{NaO, AzO^3}_{\text{Nitrite de soude.}} = \underbrace{Hp, AzH^2\text{-}Az{=}Az\text{-}O^2}_{\text{Diazohippuramide.}} + \underbrace{NaO, HO}_{\text{Soude.}}$$

$$\underbrace{Hp, AzH^2\text{-}Az{=}Az\text{-}O^2}_{\text{Diazohippuramide.}} + \underbrace{2AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} = \underbrace{Hp, AzH^2}_{\text{Hippuramide.}} + \underbrace{2HO}_{\text{Eau.}} + \underbrace{Az^4H^4}_{\text{Azoture d'ammonium.}}$$

Préparation de l'éther hippurique.

On dissout à l'ébullition dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant 100gr d'acide hippurique dans 275gr d'alcool à 90°. On fait passer dans la dissolution maintenue bouillante un courant d'acide chlorhydrique jusqu'à refus.

On laisse refroidir; on verse dans une conserve et, à la liqueur huileuse agitée vigoureusement, on ajoute, par petites portions et alternativement, 500gr d'eau et 500gr de glace pilée.

La température descend vers — 10° et l'éther se précipite en petits grumeaux durs qui ne se soudent pas et forment une masse perméable s'égouttant bien.

On essore à la turbine et on opère dans le panier deux ou trois lavages avec de l'eau à 0°.

On reprend l'éther pour le broyer avec de la glace et le remettre en pâte fluide et bien fine.

On passe à la turbine. On lave deux fois dans le panier, et les eaux éliminées à ce moment sont neutres.

On sèche l'éther à basse température dans le vide.

Dans ces conditions, le rendement en éther a été de 80 pour 100 d'acide hippurique.

Digitized by Google

Préparation de l'hydrate d'hydrazine, au moyen du sulfate neutre.

(Curtius. — *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. 5, p. 666.)

On distille dans une cornue en argent, de $\frac{1}{2}$ litre de capacité de chaudière :

100gr de sulfate d'hydrazine neutre $Az^2H^4, 2(SO^3HO)$;
100 de potasse caustique;
250 d'eau.

On a

$$Az^2H^4, 2(SO^3, HO) + 2(KO, HO) = 2(KO, SO^3) + 2HO + Az^2H^4, 2HO.$$

On devrait donc recueillir

Eau.....	264gr
Hydrate d'hydrazine.....	38gr,4

On pèse la potasse dans la chaudière, on ajoute l'eau et, lorsque la dissolution est refroidie, on complète le poids exactement. On ajoute le sulfate d'hydrazine et, après agitation, on ferme et on commence la distillation lentement au bain de sable.

Si l'on recueille 250cc, on a une dissolution contenant de 5 à 6 pour 100 d'hydrate. Si, continuant la distillation, on recueille les 14gr provenant de la réaction, on a une dissolution contenant de 28 à 30 pour 100. Les dernières parties, passant au-dessus de 115-116°, donnent une dissolution riche à environ 50 pour 100 d'hydrate.

L'hydrate sensiblement pur ne se retrouve que dans les parties qui passent au-dessus de 118° et on n'en recueille que 50 pour 100 de la quantité théorique.

L'hydrate employé a été obtenu en prenant tout ce qui a distillé après avoir recueilli préalablement 265cc.

Préparation de l'hippurylhydrazine.

(Curtius. — *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. 5, p. 587.)

L'éther hippurique est dissous à tiède dans l'alcool; on y ajoute la quantité équivalente d'hydrate d'hydrazine sous forme d'une dissolution aqueuse à 50 pour 100 et on porte à l'ébullition.

Par refroidissement, l'hippurylhydrazine se dépose en une masse blanche composée d'aiguilles très fines réunies par un feutrage très serré. On ne sépare pas d'alcool par égouttage. L'hydrazine hippurique est broyée à froid avec de l'alcool, en quantité suffisante pour faire une pâte demi-

Digitized by Google

fluide, et l'on turbine; puis on sèche à l'étuve. Le rendement obtenu est théorique. Le produit fond vers 158°.

Après un second lavage à l'alcool froid, le point de fusion se fixe à 162°, chiffre indiqué comme point de fusion du produit pur.

Préparation de la diazohippuramide.

(Curtius. — *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. 5, p. 587.)

L'hippurylhydrazine est broyée finement avec 3 ou 4 fois son poids d'eau. On obtient une pâte liquide qui est refroidie à 0° et dans laquelle on verse la dissolution du nitrite de soude nécessaire à la réaction.

Le vase où se produit la réaction étant dans un mélange réfrigérant, on y laisse tomber goutte à goutte la quantité d'acide acétique équivalente, sans interrompre l'agitation. Pour se garantir contre tout échauffement local, on ajoute un peu de glace pilée.

La réaction terminée, on turbine aussitôt; puis on broie avec de l'eau la diazohippuramide séparée et l'on turbine de nouveau. On sèche à 40°.

Le rendement est de 95 pour 100 de l'hydrazine hippurique.

Préparation de l'azoture d'ammonium.

(Curtius. — *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. 8, p. 412.)

La diazohippuramide broyée finement est délayée dans une fois et demie son poids d'alcool à 85°. On refroidit vers 0° et l'on sature de gaz ammoniac sans laisser remonter la température. On laisse reposer 24 heures, puis on fait bouillir au réfrigérant ascendant jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'ammoniaque. On laisse cristalliser. On essore les cristaux à la trompe, puis on les broie avec de l'alcool à 85° froid et l'on essore de nouveau.

Les liqueurs alcooliques sont réunies et décolorées, si c'est nécessaire, avec un peu de noir animal fin; puis l'on y ajoute de l'éther à 65° en quantité suffisante pour amener la précipitation de l'azoture sous forme de poussière cristalline.

L'excès d'éther déterminerait la séparation de l'eau contenue dans l'alcool à 85°. Cette eau se chargerait d'azoture et le rendement serait notablement abaissé.

On reconnaît le commencement de la séparation de l'eau en examinant le précipité qui, au lieu de conserver l'aspect poussiéreux, prend une consistance pâteuse, par suite de l'adhérence des cristaux mouillés les uns aux autres.

Pour ramener l'état normal, il suffit d'ajouter de l'alcool à 95° en quantité strictement suffisante.

Digitized by Google

L'azoture est recueilli, lavé à l'éther 65° et séché à l'air.

La cristallisation de l'azoture d'ammonium dans l'eau donne de magnifiques cristaux, brillants et transparents, mais occasionne une perte assez considérable par suite de la sublimation du sel à la température ordinaire dans le vide sec par le chlorure de calcium.

On a, en effet, retrouvé dans le chlorure de calcium l'azoture qui avait été absorbé en même temps que l'eau de dissolution.

A cette fin, le chlorure a été dissous dans peu d'eau et l'on a distillé; la vapeur d'eau a entraîné l'azoture. Mais on a constaté aussi, dans l'eau recueillie, la présence du chlore. Elle s'explique par une double décomposition entre le chlorure et l'azoture, formation de chlorhydrate d'ammoniaque qui est également entraîné par la vapeur d'eau.

Les eaux ainsi recueillies par une première distillation ont été acidifiées par l'acide nitrique. On a précipité par un excès de protonitrate de mercure et ensuite décomposé le sel mercureux par la soude. On a filtré, acidifié par l'acide oxalique et distillé.

On a recueilli une dissolution étendue d'acide azothydrique libre et sans chlore, d'où l'on a précipité de l'azoture mercureux.

Préparation de l'azoture mercureux Az^2Hg^2.

Après la séparation de l'azoture d'ammonium, telle qu'elle a été indiquée, il reste encore une notable quantité de ce sel mélangé à l'hippuramide.

On l'extrait au moyen d'épuisements méthodiques à l'alcool froid; et ces liqueurs alcooliques, trop étendues pour précipiter par l'éther, sont décolorées s'il y a lieu, additionnées d'une grande quantité d'eau et traitées par le nitrate mercureux.

Le précipité est lavé avec soin par des décantations successives et finalement sur le filtre où on le recueille.

L'azoture ainsi préparé contient moins de 1 pour 100 d'impureté, probablement de l'hippuramide entraînée au moment de la précipitation.

Préparation de l'azoture mercurique Az^2Hg.

Dans l'appareil qui a servi à la préparation de l'acide azothydrique, on a chauffé 20^{gr} d'azoture mercureux et la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour la saturation du mercure, étendu de 7 à 8 fois son volume d'eau.

On a recueilli une dissolution assez concentrée d'acide azothydrique, qui a été presque entièrement saturée avec de l'oxyde jaune de mercure récemment précipité et bien lavé.

Digitized by Google

L'azoture mercurique se précipite en poudre blanche. Lui ayant reconnu une bonne solubilité dans l'eau, on a employé la cristallisation pour le purifier, afin d'éviter l'inconvénient qui s'était présenté pour l'azoture mercureux.

L'azoture mercurique cristallise en très belles aiguilles blanches fort longues; mais, sous cette forme, il est très dangereux.

Paris, 12 octobre 1893.

Le chef d'épreuves
du Laboratoire central des poudres,
L. CHENEL.

Digitized by Google

SUR LES

ÉQUATIONS DE LA BALISTIQUE INTÉRIEURE;

PAR

M. R. LIOUVILLE,

Ingénieur des poudres et salpêtres.

Dans le travail qui va suivre, je me suis proposé d'étudier quelques questions d'analyse relatives aux équations de la balistique et, notamment, la convergence de certaines séries qui paraissent propres à représenter les solutions de ces équations.

Les notations sont celles qui ont été employées par M. Sarrau. Elles permettent d'écrire ainsi l'équation différentielle du mouvement (1) :

$$x\frac{d^2u}{dt^2}+\theta\left(\frac{du}{dt}\right)^2=\frac{fa\varpi}{m}y(1-\lambda y+\mu y^2), \tag{1}$$

après avoir posé

$$x=u+z,\qquad y=\frac{1}{\tau}\left(\frac{m}{\omega p_0}\right)^{\alpha}\int_0^t\left(\frac{d^2u}{dt^2}\right)^{\alpha}dt. \tag{2}$$

Soit encore

$$x=AX,\qquad F(y)=y(1-\lambda y+\mu y^2),\qquad v=\frac{du}{dt}. \tag{3}$$

L'équation (1) peut aussi s'écrire

$$\frac{\omega p_0}{m}A^{1-\frac{1}{\alpha}}X\tau^{\frac{1}{\alpha}}\gamma^{\frac{1}{\alpha}}\left(\frac{dy}{dX}\right)^{\frac{1}{\alpha}}+\theta v^2=\frac{fa\varpi g}{p}F(y), \tag{4}$$

et, si l'on détermine A, en posant

$$A^{1-\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1}{\alpha}}\frac{\omega p_0}{m}=1,\qquad \text{c'est-à-dire}\qquad A=\left(\frac{m}{\omega p_0}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}}\tau^{\frac{1}{1-\alpha}}, \tag{5}$$

(1) *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, t. IV, p. 182.

Digitized by Google

elle devient

$$X v^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{dy}{dX}\right)^{\frac{1}{\alpha}} + \theta v^2 = \frac{fa\varpi}{m} F(y). \tag{6}$$

D'après les relations (2) et (5), on a

$$X = (u+z)\left(\frac{m}{\omega p_0}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \tau^{\frac{-1}{1-\alpha}}, \qquad X^{1-\alpha} = (u+z)^{1-\alpha}\left(\frac{m}{\omega p_0}\right)^{\alpha} \frac{1}{\tau}. \tag{7}$$

Posons maintenant

$$X = \left(\frac{fa\varpi}{m}\right)^{\delta} \xi, \qquad v = \left(\frac{fa\varpi}{m}\right)^{\gamma} w, \tag{8}$$

w et ξ étant des variables nouvelles. Il est clair que les symboles de différentiations $\frac{d}{dt}$, $\frac{d}{dX}$, $\frac{d}{d\xi}$ satisfont aux identités suivantes :

$$\begin{cases} \dfrac{d}{dt} = \dfrac{v}{A}\dfrac{d}{dX} = \dfrac{w}{A}\left(\dfrac{fa\varpi}{m}\right)^{\gamma-\delta}\dfrac{d}{d\xi}, \\ \dfrac{d}{d\xi} = \dfrac{A}{w}\left(\dfrac{fa\varpi}{m}\right)^{\delta-\gamma}\dfrac{d}{dt}. \end{cases} \tag{9}$$

Or, en introduisant w et ξ au lieu de v et X respectivement, dans l'équation (6), elle se change en celle-ci :

$$\xi w^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{dy}{d\xi}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{fa\varpi}{m}\right)^{\delta+\frac{\gamma-\delta}{\alpha}} + \theta w^2 \left(\frac{fa\varpi}{m}\right)^{2\gamma} = \frac{fa\varpi}{m} F(y), \tag{10}$$

et la quantité $\frac{fa\varpi}{m}$, que je désigne pour abréger par $\frac{1}{\varepsilon}$, cesse d'y figurer, si l'on prend

$$2\gamma = 1 = \delta + \frac{\gamma-\delta}{\alpha},$$

c'est-à-dire

$$\gamma = \frac{1}{2}, \qquad \delta = -\frac{2\alpha-1}{2(1-\alpha)}. \tag{11}$$

Je trouve ainsi la relation suivante :

$$\xi w^{\alpha} \left(\frac{dy}{d\xi}\right)^{\frac{1}{\alpha}} + \theta w^2 = F(y). \tag{12}$$

Digitized by Google

En outre, d'après l'expression de y,

$$\frac{dv}{dt} = v^{\frac{1}{\alpha}}\left(\frac{dy}{dx}\right)^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1}{\alpha}}\frac{\omega p_0}{m} = v^{\frac{1}{\alpha}}\left(\frac{dy}{dX}\right)^{\frac{1}{\alpha}}\tau^{\frac{1}{\alpha}}\frac{\omega p_0}{m}A^{-\frac{1}{\alpha}} = \frac{1}{A}v^{\frac{1}{\alpha}}\left(\frac{dy}{dX}\right)^{\frac{1}{\alpha}},$$

de sorte que

$$\left(\frac{fa\varpi}{m}\right)^{\gamma}\frac{dw}{dt} = \frac{1}{A}w^{\frac{1}{\alpha}}\left(\frac{fa\varpi}{m}\right)^{\frac{\gamma-\delta}{\alpha}}\left(\frac{dy}{d\xi}\right)^{\frac{1}{\alpha}},$$

ou bien

$$\frac{dw}{d\xi} = w^{\frac{1}{\alpha}-1}\left(\frac{dy}{d\xi}\right)^{\frac{1}{\alpha}}\left(\frac{fa\varpi}{m}\right)^{\frac{\gamma-\delta}{\alpha}-\gamma+\delta-\gamma}.$$

Or,

$$\frac{\gamma-\delta}{\alpha}+\delta-2\gamma = 0,$$

de sorte que

$$\frac{dw}{d\xi} = w^{\frac{1}{\alpha}-1}\left(\frac{dy}{d\xi}\right)^{\frac{1}{\alpha}}. \tag{13}$$

Les équations (12) et (13) renferment tout le problème. Nous allons nous proposer d'en développer les solutions, suivant les puissances de λ et de μ. Toutefois, comme cette dernière constante est notablement plus petite, en général, que la première, nous écrirons, au lieu de $F(y)$,

$$F_0(y) = y(1-\lambda\omega y+\mu\omega^2 y^2),$$

ω étant une constante à laquelle nous attribuerons finalement la valeur 1 et par rapport aux puissances de laquelle nous développerons y et w. Soit

$$y = y_0+\omega y_1+\ldots, \qquad w = w_0+\omega w_1+\ldots. \tag{14}$$

Il en résulte d'abord

$$\xi w_0\frac{dw_0}{d\xi}+\theta w_0^2 = y_0, \qquad w_0\frac{dw_0}{d\xi} = \left(w_0\frac{dy_0}{d\xi}\right)^{\frac{1}{\alpha}}, \tag{15}$$

puis ensuite

$$\begin{cases} \xi\left(w_0\dfrac{dw_1}{d\xi}+w_1\dfrac{dw_0}{d\xi}\right)+2\theta w_0 w_1 = y_1-\lambda y_0^2, \\ w_0\dfrac{dw_1}{d\xi}+w_1\dfrac{dw_0}{d\xi} = \dfrac{1}{\alpha}\left(w_0\dfrac{dy_0}{d\xi}\right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}\left(w_1\dfrac{dy_0}{d\xi}+w_0\dfrac{dy_1}{d\xi}\right). \end{cases} \tag{16}$$

Digitized by Google

Soit $\xi^{(0)}$ la valeur initiale de ξ ; pour cette valeur, y et w doivent s'évanouir, et nous supposons que $w_0, w_1, \ldots; y_0, y_1, \ldots$ s'annulent alors toutes à la fois.

Imaginons maintenant que l'on multiplie ξ par une constante k, absolument quelconque ; si l'on multiplie en même temps w_0 par $k^{\frac{1-\alpha}{3-2\alpha}}$ et y_0 par $k^{\frac{2(1-\alpha)}{3-2\alpha}}$, les équations (15) ne sont pas changées. De même, en multipliant alors w_1 par $k^{\frac{3(1-\alpha)}{3-2\alpha}}$ et y_1 par $k^{\frac{4(1-\alpha)}{3-2\alpha}}$, les équations (16) restent inaltérées. Soit $k = \frac{1}{\xi^{(0)}}$; on voit que l'on peut écrire

$$(17)\qquad \begin{cases} w = W_0 \dfrac{1}{\xi^{(0)\frac{1-\alpha}{3-2\alpha}}} + \omega W_1 \dfrac{1}{\xi^{(0)\frac{3(1-\alpha)}{3-2\alpha}}} + \ldots, \\ y = Y_0 \dfrac{1}{\xi^{(0)\frac{2(1-\alpha)}{3-2\alpha}}} + \omega Y_1 \dfrac{1}{\xi^{(0)\frac{4(1-\alpha)}{3-2\alpha}}} + \ldots, \end{cases}$$

$W_0, W_1, \ldots; Y_0, Y_1, \ldots$ étant les solutions des équations (15), (16), qui s'évanouissent quand la variable indépendante devient égale à l'unité.

Mais l'homogénéité qui vient d'être constatée peut être utilisée d'une autre manière, en vue d'abaisser l'ordre des intégrations.

Au lieu des inconnues W_0, Y_0 et de leurs dérivées, introduisons des inconnues nouvelles, par les formules suivantes :

$$(18)\qquad \begin{cases} W_0 = \zeta \xi^{\frac{1-\alpha}{3-2\alpha}}, & \dfrac{dW_0}{d\xi} = \zeta' \xi^{\frac{1-\alpha}{3-2\alpha}-1}, \\ Y_0 = \eta \xi^{\frac{2(1-\alpha)}{3-2\alpha}}, & \dfrac{dY_0}{d\xi} = \eta' \xi^{\frac{2(1-\alpha)}{3-2\alpha}-1}; \end{cases}$$

les relations (15) deviennent

$$(19)\qquad \zeta\zeta' + \theta\zeta^2 = \eta, \qquad (\zeta\zeta')^\alpha = \eta'\zeta$$

et des équations (18) on déduit

$$(20)\qquad \frac{d\xi}{\xi} = \frac{d\zeta}{\zeta' - \frac{1-\alpha}{3-2\alpha}\zeta} = \frac{d\eta}{\eta' - \frac{2(1-\alpha)}{3-2\alpha}\eta},$$

Digitized by Google

c'est-à-dire, en posant $\log\xi = \sigma$,

$$(21)\qquad \begin{cases} \dfrac{d(\zeta\zeta')}{d\sigma} + 2\left(\dfrac{1-\alpha}{3-2\alpha} + \theta\right)\zeta\zeta' - \dfrac{1}{\zeta}(\zeta\zeta')^2 = 0, \\ \dfrac{\zeta\, d\zeta}{d\sigma} - \zeta\zeta' + \dfrac{1-\alpha}{3-2\alpha}\zeta^2 = 0, \end{cases}$$

et, comme conséquence, l'équation du premier ordre, assez simple,

$$(22)\qquad \frac{d(\zeta\zeta')}{(2\theta+2\alpha')\zeta\zeta' - \frac{1}{\zeta}(\zeta\zeta')^2} + \frac{\zeta\, d\zeta}{\zeta\zeta' - \alpha'\zeta^2} = 0,$$

avec $\alpha' = \dfrac{1-\alpha}{3-2\alpha}$. Elle peut aussi s'écrire

$$(23)\qquad \frac{d\zeta}{d(\zeta\zeta')} + \frac{\zeta\zeta' - \alpha'\zeta^2}{(2\theta+2\alpha')(\zeta\zeta')\zeta - (\zeta\zeta')^2} = 0.$$

Les conditions initiales sont, pour $\sigma = 0$, $\zeta = \zeta\zeta' = 0$. L'équation précédente (23), dans laquelle on regarde $\zeta\zeta'$ comme la variable indépendante, n'a de points singuliers que pour $\zeta\zeta' - \alpha\zeta^2 = 0$, $2(\theta+\alpha')(\zeta\zeta')\zeta - (\zeta\zeta')^2 = 0$, ou pour $\zeta\zeta' = 0$, ou enfin pour $\zeta = \infty$ ou $\zeta\zeta' = \infty$. Les points pour lesquels $\zeta\zeta' - \alpha'\zeta^2 = 0$, sans autre complication, ne donnent lieu à aucune singularité dans les développements de ζ et $\zeta\zeta'$ selon les puissances de σ. Ceux pour lesquels, à la fois,

$$\zeta\zeta' - \alpha'\zeta^2 = 0, \qquad 2(\theta+\alpha')(\zeta\zeta')\zeta - (\zeta\zeta')^2 = 0$$

se distinguent en deux catégories, ces deux conditions pouvant être vérifiées, ou bien pour $\zeta = \zeta\zeta' = 0$, ou bien pour

$$(24)\qquad (\zeta\zeta')^{\frac{3}{2}-\alpha} = \frac{2(\theta+\alpha')}{\alpha'}, \qquad \zeta^2 = \frac{1}{\alpha'}\zeta\zeta' \gtrless 0.$$

Il serait aisé de voir comment se comportent, au voisinage de ces points, les solutions de l'équation (23), mais il suffit de raisonner ainsi : soit σ_0 la valeur de σ, pour la solution considérée, dans le voisinage de l'un des points dont il s'agit. Comme

$$d\sigma = \frac{\zeta\, d\zeta}{\zeta\zeta' - \alpha'\zeta^2},$$

on aura, pour un point variable de ce domaine,

$$\sigma - \sigma_0 = \int_{(\zeta\zeta')_0}^{\left[\frac{2(\theta+\alpha')}{\alpha'}\right]^{\frac{1}{\frac{3}{2}-\alpha}}} \frac{\zeta\, d\zeta}{\zeta\zeta' - \alpha'\zeta^2},$$

Digitized by Google

$(\zeta\zeta')_0$ désignant la valeur de $\zeta\zeta'$ qui correspond à $\sigma = \sigma_0$. Or, ζ ne tend pas vers zéro quand $\zeta\zeta'$ s'approche de la limite supérieure; la fonction sous le signe $\int$ est un infiniment grand du premier ordre, l'intégrale n'est donc pas finie et, par conséquent, σ ne peut tendre vers une limite finie; en d'autres termes, les développements de ζ et $\zeta\zeta'$, selon les puissances de σ, ne pourraient donner lieu à des difficultés, provenant des points singuliers de l'espèce considérée, que pour des valeurs infiniment grandes de σ; c'est là une circonstance qui ne peut jamais se produire, d'après la nature du problème.

Considérons maintenant l'un des points singuliers pour lesquels $\zeta\zeta' = 0$, $\zeta = \infty$. En posant $\frac{1}{\zeta} = Z$, l'équation différentielle devient

$$\frac{dZ}{d(\zeta\zeta')} - \frac{Z(\zeta\zeta' Z^2 - \alpha')}{2(0+\alpha')\zeta\zeta' - (\zeta\zeta')^2 Z} = 0. \tag{25}$$

Dans le domaine d'un point $\zeta\zeta' = 0$, $Z = 0$, il est aisé de reconnaître que Z est développable en série de la manière suivante :

$$Z = A(\zeta\zeta')^{1-\alpha} + \ldots; \tag{26}$$

or

$$d\sigma = \frac{-dZ}{\zeta\zeta' Z^3 - \alpha' Z};$$

le dénominateur de cette expression, le numérateur étant réduit à $d(\zeta\zeta')$, est un infiniment petit d'ordre $(1-\alpha)+\alpha$, quand on prend $\zeta\zeta'$ pour infiniment petit principal; il est donc d'ordre égal à l'unité et l'on verrait, en raisonnant comme plus haut, que le point singulier ne peut être atteint que pour une valeur infinie de σ.

Si l'on suppose

$$\zeta\zeta' = \infty, \qquad Z = 0$$

et que l'on pose, pour un instant, $\zeta\zeta' = \frac{1}{Z'}$, on trouve que, dans le domaine des points $(Z = 0, Z' = 0)$, Z est représentée par un développement de cette nature

$$Z = AZ'^{\frac{1}{2}} + \ldots. \tag{27}$$

Digitized by Google

Mais alors $d\sigma$ est représentée par une expression dont le numérateur est dZ', le dénominateur est proportionnel à Z'; la conclusion est encore la même que dans les cas précédents.

Il ne reste plus à étudier que les points pour lesquels $\zeta = \zeta\zeta' = 0$.

On voit immédiatement que, près de ces points, ζ s'exprime par un développement de la forme

$$\zeta = a(\zeta\zeta')^{1-\alpha} + \dots;$$

mais, pour fixer les idées, je vais supposer d'abord que le nombre α est une fraction de la forme

$$\frac{N-1}{N},$$

N étant un nombre entier. S'il en est ainsi et que l'on pose $\zeta\zeta' = Z'^N$, l'équation différentielle (23) se change en la suivante

$$\frac{d\zeta}{dZ'} + \frac{N\left(Z'^N - \frac{1}{N+2}\zeta^2\right)}{2\left(\theta + \frac{1}{N+2}\right)\zeta Z' - 1} = 0 \tag{28}$$

et le point $Z' = 0$ n'y est plus un point singulier; le développement de ζ se fait suivant les puissances de Z' et commence par un terme en Z'^{N+1}, en sorte qu'on peut écrire

$$\zeta = a_1 Z'^{N+1} + a_2 Z'^{2N+3} + \dots. \tag{29}$$

Il en résulte

$$\frac{d\sigma}{N+2} = \frac{Z'^{N+1}[a_1^2(N+1) + (3N+4)a_1 a_2 Z'^{N+2} + \dots]\,dZ'}{N+2 - Z'^{N+2}(a_1^2 + 2a_1 a_2 Z'^{N+2} + \dots)}, \tag{30}$$

et, comme conséquence, Z' est développable en série suivant les puissances de $\sigma^{\frac{1}{N+2}}$.

Un calcul très simple donne

$$a_1 = \frac{N}{N+1}, \qquad a_2 = \frac{N^2[1 + 2(N+1)\theta]}{(N+1)^2(2N+3)}. \tag{31}$$

Soit

$$Z' = c_1 \sigma^{\frac{1}{N+2}} + c_2 \sigma^{\frac{N+3}{N+2}} + \dots.$$

Il n'y a aucune difficulté à déterminer les coefficients c_1, c_2 et

Digitized by Google

l'on trouve

$$(32)\qquad \begin{cases} c_1^{N+2} = \dfrac{N+2}{N+1}\cdot\dfrac{1}{a_1^2}, \\ c_2 = -\dfrac{c_1}{2N(N+2)}\left[a_1 + \dfrac{(N+2)(3N+4)}{(N+1)}\dfrac{a_2}{a_1^2}\right], \end{cases}$$

c'est-à-dire, en vertu des expressions trouvées pour a_1, a_2,

$$(33)\qquad \begin{cases} c_1 = \left[\dfrac{(N+1)(N+2)}{N^2}\right]^{\frac{1}{N+2}}, \\ c_2 = -\dfrac{c_1}{2N(N+1)(N+2)}\left\{N + \dfrac{(N+2)(3N+4)}{(2N+3)}\left[1+(2N+2)\theta\right]\right\}. \end{cases}$$

Enfin, en substituant la série qui représente Z′ dans l'équation (29), on trouve

$$(34)\qquad \zeta = c_1^{N+1}\,\sigma^{\frac{N+1}{N+2}}\left\{a_1 + \left[\frac{a_1(N+2)c_2 + a_2 c_1^{N+2}}{c_1}\right]\sigma + \dots\right\}.$$

Pour donner une idée de la valeur numérique des coefficients qui figurent dans cette formule, j'ajouterai que, si l'on prend $N=3$, par suite, $\alpha=\frac{2}{5}$ et $\theta=\frac{1}{10}$, le rapport du second coefficient numérique au premier, dans la formule (34), est environ $-0{,}2492$. Il reste à savoir jusqu'à quelles valeurs de σ l'on peut utiliser le développement précédent. La discussion, faite plus haut, montre que les seuls points critiques pouvant intervenir sont ceux qui donneraient de nouveau à ζ et $\zeta\zeta'$ la valeur zéro, pendant que σ prendrait une valeur différente de zéro. La question revient donc à la recherche des valeurs que peut prendre l'intégrale

$$(35)\qquad \int \frac{\zeta\, d\zeta}{\zeta\zeta' - \alpha\zeta^2}$$

le long d'un contour fermé, issu de l'origine et y revenant. En vertu de l'équation (22), cette même intégrale peut s'écrire

$$(36)\qquad -\int \frac{\zeta\, d(\zeta\zeta')}{2(\theta+\alpha')(\zeta\zeta')\zeta - (\zeta\zeta')^2}.$$

Cela étant, posons $\sigma^{\frac{1}{N+2}} = \sigma'$, en sorte que Z′ et, par suite,

Digitized by Google

ζ et $\zeta\zeta'$ se développent suivant les puissances entières de σ'. Imaginons maintenant un cycle, dans lequel la variable Z' décrirait une droite, issue de l'origine et aboutissant près d'un point pour lequel l'équation

$$\zeta\zeta' - \alpha'\zeta^2 = 0, \tag{37}$$

ou bien celle-ci

$$2(\theta + \alpha')(\zeta\zeta')\zeta - (\zeta\zeta')^2 = 0, \tag{37 bis}$$

est satisfaite. Des deux équations (37), je choisirai celle pour laquelle le module de la première valeur correspondante de σ, autre que zéro, est le plus petit et j'emploierai alors, selon celle des deux équations choisies, l'intégrale (35) ou l'intégrale (36) : la discussion est d'ailleurs la même dans les deux cas. Je compléterai le cycle en faisant décrire à Z' un cercle infiniment petit autour de la racine considérée et une droite, en coïncidence avec la première, mais de sens contraire et aboutissant à l'origine. Si j'adopte, pour fixer les idées, la forme (35), ζ sera développable selon les puissances entières de Z'. L'intégrale calculée n'éprouvera qu'une variation finie le long du cercle infiniment petit, décrit autour de la racine considérée de l'équation (37), mais Z' ne cessera pas d'y figurer d'une façon uniforme et, en arrivant à l'origine, le cycle indiqué étant tout entier décrit, on trouvera pour σ la période de l'intégrale (35) correspondant à la première racine de l'équation (37). Or, cette intégrale peut être écrite ainsi :

$$\int (N+2)\frac{Z'^{N+1}[(N+1)a_1^2 + (3N+4)a_1a_2Z'^{N+2} + \ldots]\,dZ'}{N+2 - Z'^{N+2}(a_1^2 + 2a_1a_2Z'^{N+2} + \ldots)}. \tag{38}$$

La racine du dénominateur peut être calculée par approximation, d'après la formule

$$Z'^{N+2} = \frac{a_1}{4a_2}\left[\sqrt{1 + \frac{8(N+2)a_2}{a_1^2}} - 1\right] \tag{39}$$

et le résidu correspondant est

$$\frac{(N+1)(N+2)a_1^2Z'^{N+1} + \ldots}{a_1^2 + 4a_1a_2Z'^{N+2} + \ldots}. \tag{40}$$

L'équation (39) est équivalente à celle-ci

$$Z'^{N+2} = \frac{(N+1)a_1^2}{4Na_2}\left[\sqrt{1 + \frac{8(N+1)(N+2)a_2}{Na_1^2}} - 1\right]. \tag{41}$$

Digitized by Google

Le module de Z^{N+2} est à peu près, pour $\theta = \frac{1}{10}$,

$$\left[\frac{14N(N+1)}{2N+3}\right]\left\{\left[\frac{14N(N+1)}{2N+3}\right]^{\frac{1}{2}} - 1\right\} \tag{42}$$

et la période cherchée de l'intégrale (35) est une quantité imaginaire dont le module est voisin de

$$\frac{(2N+3)(N+1)^2}{N\sqrt{1+\frac{14(N+1)(N+2)}{2N+3}}}. \tag{43}$$

Pour $N = 3$, c'est-à-dire $\alpha = \frac{2}{3}$, ce nombre est déjà considérable et les valeurs de σ que l'on doit introduire sont fort inférieures.

L'étude des périodes de l'intégrale (36) se ferait de la même manière et conduit à des conclusions analogues.

Le développement (34) est donc convergent pour toutes les valeurs utiles de la variable σ.

Il reste à étudier les deux équations (16). On voit d'abord qu'en posant

$$W_1 = \zeta_1 \xi^{3\alpha'}, \quad \frac{dW_1}{d\xi} = \zeta' \xi^{3\alpha'-1}, \quad Y_1 = \eta_1 \xi^{4\alpha'}, \quad \frac{dY_1}{d\xi} = \eta_1' \xi^{4\alpha'-1}, \tag{44}$$

elles deviennent

$$\begin{cases} \zeta\zeta_1' + \zeta_1\zeta' + 2\theta\zeta\zeta_1 = \eta_1 - \lambda\eta^2, \\ \alpha(\zeta\zeta_1' + \zeta_1\zeta') = (\zeta\zeta')^{1-\alpha}(\zeta_1\eta' + \zeta\eta_1'), \end{cases} \tag{45}$$

avec

$$\frac{d\xi}{\xi} = d\sigma = \frac{d\zeta_1}{\zeta_1' - 3\alpha'\zeta_1} + \frac{d\eta_1}{\eta_1' - 4\alpha'\eta_1}. \tag{46}$$

Si l'on isole ensuite l'inconnue ζ_1, qui est celle qu'il importe le plus d'obtenir, on s'aperçoit qu'elle satisfait à une équation linéaire du second ordre dont les points critiques correspondent à $\zeta = 0$. L'un d'eux se présente pour $\sigma = 0$ et il est aisé d'en tenir compte dans le développement de ζ_1; les autres, d'après une discussion déjà faite, ne peuvent être atteints, tant que l'on demeure dans le domaine des valeurs utilisables dans la pratique. Le développement de ζ_1 a lieu selon les puissances fractionnaires de σ et, d'après ce qui précède, sera toujours convergent dans les conditions où l'on veut l'employer. Un calcul simple montre que ce développement est de la forme (entière en σ')

$$\zeta_1 = A_1 \sigma^{\frac{2N+1}{N+2}} + \dots. \tag{47}$$

Digitized by Google

En désignant, pour abréger, par A le coefficient du premier terme dans la série (34) qui représente ζ, je trouve

$$(48)\qquad A_1 = \frac{2A^2\lambda N(N+1)^2}{(N+2)^2}\left[\frac{(N-1)(3N+2)}{N}\left(\frac{N+1}{N+2}\right)^{\frac{1}{N}}\frac{1}{A\frac{N-2}{N}} - \frac{N(7N+5)}{N+2}\right],$$

avec

$$(49)\qquad A = \frac{N}{N+1}\left[\frac{(N+1)(N+2)}{N^2}\right]^{\frac{N+1}{N+2}}.$$

Par des moyens de même nature, on obtiendrait sans difficulté le développement de chacune des fonctions Y_i et W_i et l'on reconnaîtrait que les séries obtenues convergent dans tous les cas que la pratique peut rencontrer. Il resterait à étudier la série d'ensemble, ordonnée suivant les puissances du paramètre ω. Il arrive que cette série elle-même est convergente et en voici les raisons :

D'abord Y et W se trouvent, d'après ce qui précède, développés formellement en séries ordonnées suivant les puissances du paramètre ω, suivant les puissances fractionnaires de ξ et de σ; or, chacune des puissances fractionnaires de σ est une puissance entière de σ'; de plus, chacune des puissances de ξ est évidemment développable suivant les puissances entières de σ'. Il en résulte que, dans les séries (17),

$$(50)\qquad Y = \sum_{(i)} \omega^i \frac{Y_i}{\xi_{(0)}^{2i\alpha'+2\alpha'}}, \quad W = \sum_{(i)} \omega^i \frac{W}{\xi_{(0)}^{2i\alpha'+\alpha'}},$$

chacune des fonctions Y_i, W_i est développable en séries de puissances entières de σ'. On doit donc s'attendre à voir le point $\sigma' = 0$ n'être pas un point singulier pour les solutions des équations différentielles (12) et (13) pour lesquelles y et w s'évanouissent en ce point, et cela de telle façon que

$$\frac{W}{\sigma'^{N+1}}, \qquad \frac{Y}{\sigma'^{N}}$$

tendent vers des limites finies. Si l'on introduit, en effet, comme variable σ', comme inconnues les deux rapports précédents, dans les deux équations différentielles indiquées, on trouve que toute

Digitized by Google

singularité disparaît au voisinage de $\sigma' = 0$. D'après un théorème de M. Poincaré, on en peut conclure que les solutions cherchées sont développables en séries ordonnées suivant les puissances de ω, convergentes dans un domaine limité de ce paramètre, mais quelles que soient d'ailleurs les valeurs de σ' et des constantes initiales, pourvu qu'elles ne correspondent pas, avec la valeur choisie de ω, à un point singulier des équations différentielles.

La difficulté, dans le cas actuel, est de démontrer que la convergence des séries, établie pour une valeur assez petite de ω, est encore vraie pour $\omega = 1$. Mais, à cause de l'homogénéité, déjà signalée, des divers termes du développement, on peut, en *modifiant les constantes initiales*, écrire les séries sous la forme de développements ordonnés suivant les puissances entières, non plus de ω, mais de $\omega k^{2\alpha'}$, la constante k étant quelconque. Quelle que soit la valeur considérée de ω, on pourra déterminer cette constante k de telle manière que le produit $\omega k^{2\alpha'}$ soit inférieur au rayon du cercle de convergence supposé de la série en ω. La série, ainsi présentée, devra donc être convergente, le changement des constantes initiales ne pouvant s'opposer à cette conclusion; il faut alors que cette série soit toujours convergente. Elle l'est ainsi, en particulier, pour $\omega = 1$, c'est-à-dire dans le cas qui est intéressant pour notre objet particulier.

Paris, avril 1895.

Digitized by Google

SUR LE

DOSAGE DE L'AZOTE DANS LES NITRATES,

LES ÉTHERS NITRIQUES ET LES DÉRIVÉS NITRÉS

PAR LA MÉTHODE DE KJELDAHL;

PAR

M. L. CHENEL,

Chef d'épreuves au Laboratoire central des poudres et salpêtres

Deux mémoires de MM. Aubin et Alla, présentés à l'Académie des sciences, le 4 février et le 7 mai 1889, ont confirmé l'exactitude de la méthode de Kjeldahl pour le dosage de l'azote dit *organique*.

D'après les indications de ces chimistes, j'ai obtenu, avec l'urée et le prussiate jaune de potasse, les résultats suivants :

	TAUX		ÉCARTS.
	théoriques.	trouvés.	
Urée.....	46,66	46,50	$\frac{1}{290}$
Prussiate jaune.....	22,80	22,84	$\frac{1}{571}$

S'appuyant sur des essais variés, résumés dans une note adressée à la Société chimique, le 28 février 1890, MM. Aubin et Quénot ont émis l'avis qu'en présence de l'azote sous ses trois formes, organique, ammoniacal et nitrique, il n'y avait pas lieu d' employer directement la méthode Kjeldahl pour doser ce corps en totalité.

Digitized by Google

Cependant, un rapport publié en 1885, dans les *Annales de l'Institut agronomique,* par M. Kayser, au retour d'une mission en Allemagne, mentionne à la suite de la description du procédé de Kjeldahl, une modification à ce procédé par M. Joldbauer, de Munich, en vue de son application au dosage de l'azote total dans les engrais. Il y est dit : « $0^{gr},5$ de substance finement pulvérisée sont traités par 30^{cc} d'acide sulfurique dans lesquels on a fait dissoudre $1^{gr},2$ d'acide phénique et $0^{gr},4$ d'anhydride phosphorique. On laisse digérer à froid, en agitant fréquemment, jusqu'à dissolution complète. On réduit ensuite en ajoutant graduellement de 3^{gr} à 4^{gr} de poudre de zinc ordinaire. Il importe de maintenir le ballon dans un bain froid pendant cette réaction, afin d'éviter l'échauffement, surtout s'il y a du chlore. La réduction demande de une heure et demie à deux heures. On ajoute ensuite $0^{gr},7$ de mercure et l'on continue comme pour le procédé de Kjeldahl. »

La présente note résume la vérification de ce procédé et les développements dont il a été reconnu susceptible.

Au moment de la dissolution du nitrate dans le mélange acide, le groupe AzO^2 se fixe sur le phénol à l'état de mononitrophénol, qui est réduit par le zinc en dérivé amidé, et, pendant la combustion, l'azote de l'amidophénol est fixé à l'état d'ammoniaque.

Les réactions successives sont complètes, mais il importe que le phénol soit nitrifié au premier degré.

En effet, $0^{gr},5$ de mononitrophénol dissous dans 30^{cc} d'acide sulfurique pur, réduits par 3^{gr} de zinc en poudre et brûlés avec $0^{gr},7$ de mercure, ont donné pour taux d'azote 10,03 pour 100, le taux théorique étant 10,07; écart $= \frac{1}{250}$.

La réduction par le zinc du mononitrophénol en dissolution dans l'acide sulfurique donne des résultats exacts.

Il n'en est plus de même si l'on tente la réduction de la dissolution sulfurique du trinitrophénol. Le taux d'azote théorique de l'acide picrique $= 18,34$ pour 100; on a trouvé 16,23 et 16,46.

La modification Joldbauer du procédé Kjeldhal, appliquée aux nitrates métalliques, aux nitrates des ammoniaques composées, aux éthers nitriques et aux dérivés nitrés et nitro-amidés de la série aromatique, a donné, avec précision, le taux d'azote total toutes les fois que la substance examinée s'est dissoute complète-

Digitized by Google

ment, à froid, dans le mélange sulfurique en donnant une liqueur limpide.

Peu de corps résistent. Je n'ai éprouvé des difficultés qu'avec les naphtalines tri- et tétranitrées.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus; les écarts sont rapportés aux taux théoriques.

SUBSTANCES ANALYSÉES.	TAUX D'AZOTE TOTAL		Plus grands écarts.	Écarts moyens.
	théoriques.	trouvés.		
Salpêtre	13,86	13,91 13,82 13,73 13,96	$\frac{1}{107}$	$\frac{1}{1300}$
Nitrate d'ammoniaque	35,00	35,31 34,90 34,96	$\frac{1}{113}$	$\frac{1}{230}$
Nitrate de baryte	10,72	10,67 10,62	$\frac{1}{107}$	$\frac{1}{140}$
Nitrate de méthylamine	29,79	29,65 29,68	$\frac{1}{212}$	$\frac{1}{240}$
Nitroglycérine	18,50	18,45	»	$\frac{1}{370}$
Binitrobenzine	16,67	16,78 16,57	$\frac{1}{150}$	$\frac{1}{180}$
Paranitrophénol	10,07	10,03	»	$\frac{1}{250}$
Acide picrique	18,34	18,42 18,17 18,43	$\frac{1}{108}$	$\frac{1}{166}$
Picrate d'ammoniaque	22,76	22,63 22,67	$\frac{1}{178}$	$\frac{1}{206}$
Acide picramique	21,10	21,00 20,69	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{80}$
Picramate d'ammoniaque	25,90	25,45 25,75	$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{90}$
Binitroorthocrésol	14,14	14,10 13,98	$\frac{1}{90}$	$\frac{1}{140}$
Trinitrométacrésol	17,28	17,37 17,27	$\frac{1}{193}$	$\frac{1}{347}$

Ces différents composés ont été pris aussi purs que possible.

L'acide picramique, fourni comme pur, a été soumis à une nou-

Digitized by Google

velle cristallisation dans l'alcool, ainsi que le picramate d'ammoniaque préparé avec cet acide.

De même pour le nitrophénol.

La binitrobenzine a été purifiée par plusieurs cristallisations dans l'alcool et clairçage final des cristaux en neige. L'échantillon analysé fond à 88°.

L'acide picrique et les nitrocrésols ont été analysés à la grille par le procédé Schlœsing (azote et carbone en volume) et leur composition est théorique.

Le picrate d'ammoniaque a été préparé avec l'acide analysé.

Comme dernier résultat, je citerai le dosage de l'azote dans le mélange $0^{gr},5$ de salpêtre et $0^{gr},5$ de chlorate de potasse, contenant 6,93 pour 100 d'azote et pour lequel j'ai trouvé 6,88; écart $= \frac{1}{140}$.

Appliquée aux dérivés nitrés de la naphtaline, la méthode s'est trouvée en défaut. La dissolution dans le mélange acide froid est incomplète et l'on n'obtient que 90 pour 100 de l'azote.

La réduction préalable des nitronaphtalines en naphtylamines (D'Aguiar et Lautemann, *Société chimique,* 1865) a permis de rentrer dans la voie suivie jusque-là et d'obtenir des résultats exacts.

A une dissolution de 2^{gr} de phosphore dans 15^{cc} ou 20^{cc} de sulfure de carbone, faite dans un ballon de 250^{gr}, on ajoute progressivement 12^{gr} d'iode. On évapore au bain-marie bouillant en tournant le ballon. L'iodure de phosphore se dépose sous forme d'enduit; on le chauffe encore quatre ou cinq minutes pour éliminer les dernières traces de sulfure de carbone. Après refroidissement et sous l'influence de l'air humide, l'iodure se détache et on le brise en petits fragments par agitation du ballon.

La pesée, $0^{gr},5$ ou $0^{gr},6$, faite sur une main longue et étroite, est versée dans le ballon, en évitant de laisser tomber la substance sur les parois du col, et l'on ajoute 8^{gr} d'eau.

Tenant alors le ballon avec des pinces, on le tourne deux ou trois fois pour mouiller toutes les parcelles; après quelques secondes, la réaction s'amorce, se développe et presque aussitôt devient très vive. A ce moment, on agite.

Moins d'une minute après l'addition de l'eau, la réaction est terminée et l'on a quelques centimètres cubes d'une dissolution

Digitized by Google

acide d'iodhydrate de naphtylamine, qui ne tarde pas à cristalliser. On laisse refroidir, puis on verse dans le ballon, maintenu froid et par petites portions, 25^{cc} d'acide sulfurique à 66° et 0^{gr},7 de mercure mesurés à la pipette capillaire. Le ballon incliné est chauffé doucement, mais, après le départ de l'iode, on amène le liquide à l'ébullition, comme pour la méthode de Kjeldahl.

On se débarrasse de l'iodure de phosphonium, qui se condense dans le col du ballon, en donnant, vers la fin de la combustion, assez de feu pour que les vapeurs acides échauffent le verre, opération très courte si l'on n'a laissé au ballon que 6^{cm} à 7^{cm} de col.

La liqueur est parfaitement décolorée lorsque la combustion est terminée.

Les dérivés nitrés de la série aromatique sont également susceptibles d'analyse par la même réaction.

SÉRIE AROMATIQUE.

(Les écarts sont rapportés aux taux théoriques.)

	TAUX D'AZOTE TOTAL		Plus grands écarts.	Écarts moyens.
	théoriques.	trouvés.		
Binitrobenzine.....	16,67	16,70 16,52	$\frac{1}{110}$	$\frac{1}{185}$
Acide picrique.....	18,34	18,26 18,18	$\frac{1}{115}$	$\frac{1}{153}$
Picrate d'ammoniaque.....	22,76	22,86 22,63	$\frac{1}{178}$	$\frac{1}{200}$
Acide picramique.....	21,10	20,90 21,03	$\frac{1}{106}$	$\frac{1}{166}$
Picramate d'ammoniaque...	25,90	25,60	»	$\frac{1}{85}$
Binitroorthocrésol.....	14,14	14,12 14,02	$\frac{1}{118}$	$\frac{1}{200}$
Trinitrométacrésol.....	17,28	17,05 17,26	$\frac{1}{75}$	$\frac{1}{140}$

Digitized by Google

NITRONAPHTALINES.

(Les écarts sont rapportés à la moyenne des résultats.)

MARQUES des échantillons.	TAUX D'AZOTE par combustion à la grille (procédé Schlœsing).	TAUX D'AZOTE par réduction en naphtylamine et combustion par méthode Kjeldalh.	MOYENNES.	Plus grands écarts.	Écarts moyens.
A	17,36	17,08 17,15 17,22 17,26 17,17 17,11 17,33	17,19	$\frac{1}{123}$	$\frac{1}{245}$
B	15,08	15,28 15,28 15,21 15,01 15,04	15,16	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{140}$
C	16,4	16,26 16,11	16,17	»	$\frac{1}{140}$
D	16,96	16,73 16,80	16,77	»	$\frac{1}{400}$
E	15,84	15,73 15,86	15,80	»	$\frac{1}{220}$
F	16,08	16,14	»	»	»
G	15,52	15,44	»	»	»

Ces résultats analytiques démontrent que la méthode de Kjeldahl, précédée de la modification Joldbauer ou de la réduction en dérivés amidés par l'acide iodhydrique, rend facile l'analyse de beaucoup de composés qui exigent la méthode de Dumas. Composée d'une suite interrompue de trois ou quatre opérations très simples, elle présente sur celle-ci l'avantage d'être moins encombrante et de ne pas exiger une attention prolongée et soutenue.

Tous les chiffres cités sont corrigés de l'azote des réactifs, correction d'ailleurs négligeable.

En effet, la correction afférente aux analyses avec réduction préalable par l'acide iodhydrique est de même ordre que celle nécessitée par la méthode modifiée Joldbauer, et, pour celle-ci, le poids d'azote à retrancher a varié entre $0^{gr},00012$ et $0^{gr},00015$; or

Digitized by Google

le minimum dosé a été de $0^{gr},06042$, azote de $0^{gr},6$ de nitrophénol, soit donc une correction de $\frac{1}{500}$.

Dans les dosages journaliers effectués sur le coton-poudre, elle est négligée.

Mais chaque fois qu'on renouvelle les réactifs, tous les trois mois environ, on effectue un dosage à blanc, pour déterminer la correction à faire intervenir, s'il y a lieu.

Le mélange acide est préparé en dissolvant, d'une part, 160^{gr} d'acide phénique à 39°-40° dans 2^{lit} d'acide sulfurique froid et maintenu froid; d'autre part, 54^{gr} d'anhydride phosphorique dans 2^{lit} d'acide sulfurique et mélangeant les deux dissolutions.

La division ou la porosité des substances, moins nécessaire pour l'analyse avec réduction par l'acide iodhydrique, doit être poussée assez loin pour l'analyse par la méthode modifiée Jold-bauer. C'est ainsi que des feuillets de collodion, se dissolvant complètement, mais avec lenteur, ont donné lieu à des pertes d'azote, malgré la précaution de les tenir immergés sous une toile de platine. Dans ce cas, il est indispensable d'opérer la dissolution du collodion dans l'éther 56° et de précipiter par l'eau le coton à l'état pulvérulent.

Si la substance a une tendance à former des mottes ou des grumeaux, on souffle un peu d'air humide dans le ballon avant d'y verser la pesée, puis on tourne le ballon. La substance adhère aux parois en couche mince et s'imprègne bien régulièrement d'acide ; ou bien encore on la mélange intimement avec de la silice calcinée ou du sable, selon les circonstances de l'analyse.

La combustion est rapide, une heure et demie, lorsqu'on opère à l'ébullition convenable.

Les distillations ont été faites dans un appareil Schlœsing classique et dans un appareil Aubin, muni d'un ballon de 1500^{gr}, employés simultanément. Ils ont toujours fonctionné de la même façon.

Pendant la saturation de la dissolution acide du sulfate d'ammoniaque par la soude, je n'ai pas observé, comme paraissait le craindre M. Lhôte, de déperdition d'ammoniaque. Avec des liqueurs aussi chargées que celles que j'ai eu à distiller, le papier de tournesol, très sensible et mouillé, accuse l'ammoniaque, dans le col du ballon droit de l'appareil Aubin, deux minutes après la

Digitized by Google

saturation, et quatre minutes dans le bec du ballon Schlœsing. Or il ne faut pas une minute pour saturer l'acide, précipiter le mercure et le zinc par le sulfure de sodium et ajuster le ballon sur le réfrigérant.

Des essais comparatifs entre la saturation complète en une seule fois et, d'autre part, la saturation incomplète, le refroidissement des liqueurs, puis fin de saturation au moment de fixer le ballon, ont donné des résultats identiques.

Paris, 1er mai 1892.

Digitized by Google

DOSAGE DE L'AZOTE DANS LE COTON-POUDRE

PAR LA MÉTHODE DE KJELDAHL

(MODE OPÉRATOIRE);

PAR

M. L. CHENEL,

Chef d'épreuves au Laboratoire central des poudres et salpêtres.

On dissout, d'une part, 160^{gr} d'acide phénique 39°-40° dans 2^{lit} d'acide sulfurique froid et maintenu froid : d'autre part, 54^{gr} d'anhydride phosphorique dans 2^{lit} d'acide sulfurique et l'on mélange les deux dissolutions.

0^{gr},7 de coton-poudre sont traités dans un ballon de 200^{cc} par 30^{cc} du mélange phospho-phéno-sulfurique indiqué; on agite doucement et à intervalles assez rapprochés jusqu'à dissolution complète, c'est-à-dire pendant dix minutes environ.

La liqueur étant limpide on ajoute peu à peu, en évitant toute élévation de température, de 3^{gr} à 4^{gr} de poudre de zinc ordinaire tamisée à la gaze de soie n° 12.

On laisse reposer dans un bain froid pendant deux heures environ. On ajoute 0^{gr},7 de mercure en se servant d'un tube capillaire sur lequel on aura marqué, par un trait à la lime, la longueur qui donne ce poids.

On chauffe sur un bec Bunsen, d'abord lentement et en tournant le ballon de temps en temps; on augmente bientôt le feu de façon à établir une douce ébullition. Au début du chauffage le magma se liquéfie et noircit en dégageant beaucoup d'acide sulfureux; à son tour la liqueur passe au rouge brun puis s'éclaircit rapidement. La combustion est complète lorsque le liquide qui surnage est décoloré ou n'a plus qu'une teinte crême très faible. Elle exige une heure et demie environ.

On laisse refroidir puis on verse de l'eau sur le résidu pour le désagréger et le dissoudre.

La dissolution laiteuse est versée dans le ballon de 1^{lit},5 de l'appareil Schlœsing pour le dosage de l'ammoniaque, dans lequel on a mis quelques grains de ponce pour régulariser l'ébullition. On y ajoute une dissolution

Digitized by Google

de soude caustique jusqu'à forte réaction alcaline, puis une dissolution froide de sulfure de sodium pur jusqu'à ce qu'une goutte fasse une tache noire sur du papier préalablement trempé dans une solution d'un sel de plomb et séché. On remplit le ballon aux trois quarts avec de l'eau et l'on distille.

La distillation est menée lentement, de façon à recueillir une goutte toutes les cinq ou six secondes : on doit la continuer jusqu'à ce qu'une goutte ne donne rien sur du papier de tournesol sensible. Elle demande une heure et demie environ.

Le produit de la distillation est recueilli dans 10^{cc} d'une liqueur titrée très exactement et contenant environ 45^{gr} d'acide sulfurique monohydraté par litre.

La liqueur alcaline titrée correspondante doit contenir, par litre, à peu près 15^{gr} de potasse caustique (KO) parfaitement débarrassée de carbonate.

Pour préparer 1^{lit} de cette liqueur on fait dissoudre dans une capsule en fer ou en fonte 50^{gr} de carbonate de potasse pur dans 600^{gr} d'eau. On porte à l'ébullition et l'on ajoute peu à peu 25^{gr} de chaux de marbre à l'état de lait dans 200^{gr} d'eau. On maintient l'ébullition pendant une heure en remplaçant l'eau évaporée. On éteint le feu, on couvre la capsule, on laisse déposer et l'on décante la lessive encore très chaude dans un flacon de 400^{gr} qui devra être complètement plein. On bouche, on laisse refroidir et déposer complètement le fin précipité qui a été entraîné.

On titre cette lessive qui est environ trois fois trop forte et l'on en prend le volume nécessaire pour faire la liqueur convenable. Pour compléter le volume on se sert d'eau bouillie. Elle est conservée dans un flacon fermé par un bouchon muni de deux tubes de verre réunis extérieurement par un caoutchouc; ils servent au remplissage de la burette graduée.

Avant le titrage on fait bouillir la liqueur acide pendant deux minutes pour chasser les gaz carbonique et sulfhydrique, et comme teinture de virage on fait usage de tournesol d'orcine.

On fait la lecture du volume de liqueur alcaline après le premier changement de teinte du tournesol, mais si la liqueur est convenable le virage au violet bleu pur doit être obtenu par deux gouttes, trois au plus ajoutées après le premier changement.

Il est utile d'essayer à blanc le mélange phospho-phéno-sulfurique avant de l'employer. Il apporte presque toujours une trace d'azote; on détermine ainsi une correction qui subsiste tant que l'on fait usage du mélange essayé.

Enfin l'on doit observer avec soin toutes les précautions connues et inhérentes à l'emploi des liqueurs titrées.

Exemple. — Les liqueurs titrées employées au Laboratoire central sont :

1° Liqueur acide : $44^{gr},1$ de SO^3HO par litre ou $0^{gr},126$ d'azote pour 10^{cc}.

Digitized by Google

2° Liqueur alcaline dont il faut 28^{cc} pour saturer 10^{cc} de liqueur acide.

La correction à faire pour l'azote des réactifs est de $0^{gr},0005$.

Or pour $0^{gr},7$ de coton on a employé $7^{cc},3$ de potasse. L'ammoniaque engendrée par l'azote du coton a saturé

$$10 - \left(7,3 \times \frac{10}{28}\right) = 7^{cc},393 \text{ de liqueur sulfurique;}$$

on a

$$\frac{(7,393 \times 0,0126) - 0,0005}{0,007} = 13,23 \text{ pour 100 d'azote}$$

ou

$$13,23 \times 15,96 = 211^{cc},1 \text{ de } AzO^2 \text{ par gramme.}$$

Paris, 10 août 1890.

Digitized by Google

NOTE

SUR LE

MESURAGE DE LA VISCOSITÉ DES COLLODIONS;

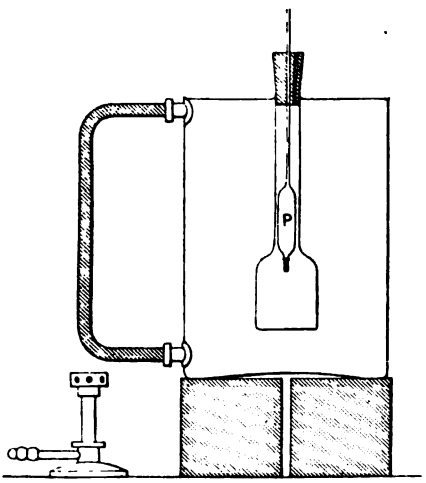
PAR

M. L. CHENEL,

Chef d'épreuves au Laboratoire central des poudres et salpêtres.

Pour comparer à un type, pris comme mesure, la viscosité des collodions donnés par les différentes espèces de fulmi-coton, on fait usage du dispositif indiqué par le croquis ci-après.

Fig. 1.



P est une pipette à pointe capillaire de Duclaux. Elle contient, à 15°, 5^{cc} d'eau distillée et donne, par écoulement libre, 100 gouttes exactement. Mais il y a lieu d'observer que deux pipettes remplissant ces conditions, ne donnent pas, avec un collodion, des résultats identiques.

Digitized by Google

La longueur du tube, au-dessus du trait de jauge, est de $0^{m},14$. Cette pipette est montée, à l'aide d'un bouchon de liège qu'elle traverse à frottements doux, sur un ballon de 100^{cc} de la forme représentée.

Le trait de jauge se trouve aussi près que possible de la panse et le goulot a $0^{m},12$ de longueur au-dessus du trait. Le bouchon est percé d'un second trou qui laisse communiquer l'intérieur du ballon avec l'atmosphère.

On introduit dans le ballon le poids de fulmi-coton sec capable de donner 1^{gr} de soluble. On le traite par de petites quantités d'éther sulfurique à 56° ajoutées progressivement de façon à gonfler, ramollir et dissoudre tout le soluble. Pour écraser les noyaux gélatineux, on se sert d'une baguette dont une extrémité est légèrement cintrée; cette forme permet d'atteindre tous les points où ces noyaux se déposent. La dissolution terminée, on lave la baguette avec de l'éther. On complète le volume à $0^{cc},5$ près. On amène à 20° centigrades et, avec quelques gouttes d'éther, on ajuste exactement le volume. On bouche avec un bon liège fin et l'on agite. Puis on laisse reposer dans un endroit soustrait aux grosses variations de température jusqu'à complet éclaircissement du collodion. Les parois verticales du ballon facilitent la descente des fibres insolubles. Quand le collodion est limpide, on ajuste sur le ballon la pipette bien sèche et on le plonge jusqu'en haut du goulot dans un récipient d'eau où il est maintenu par une pince à vis qui serre le bouchon.

L'eau est chauffée à 20°, température choisie comme plus commode à réaliser que celle de 15°.

La figure indique un mode de chauffage par thermo-syphon réalisé au moyen d'un tube en plomb de 8^{mm} qui reçoit la chaleur d'un très faible brûleur.

On laisse dix minutes l'appareil dans le bain à 20° pour que tous ses éléments soient à la même température; puis on aspire le collodion à l'aide d'un caoutchouc et d'un petit aspirateur (l'usage de la bouche est incommode), jusqu'au-dessus du trait de jauge; on laisse retomber et l'on répète une deuxième fois la même opération. On sature ainsi de vapeur d'éther tous les tubes jusqu'à l'aspirateur sans modifier sensiblement la composition du collodion.

Digitized by Google

Une troisième fois, on aspire jusqu'à environ $0^{m},02$ ou $0^{m},03$ au-dessus du trait, puis, tout mouvement ayant cessé dans la pipette, on la remonte de façon à amener la pointe à $0^{m},005$ au-dessus du trait de jauge 100^{cc}. Avec beaucoup de précautions, on laisse écouler le collodion pour l'affleurer exactement au trait de 5^{cc}. A ce moment, et simultanément, on rend la pression atmosphérique dans la pipette, on déclanche le compteur à secondes et l'on commence à compter les gouttes. Lorsque la dernière goutte se présente à l'extrémité du tube capillaire, on arrête le compteur et l'on vérifie la température qui a dû rester constante dans toutes les parties du bain.

Le nombre de gouttes ou le nombre de minutes et secondes classent le collodion observé; cependant, il y a lieu de remarquer que les durées accusent davantage les différences.

Pour exemple, voici les résultats des essais faits en janvier 1894 :

Coton de Baclen-sur-Nèthe (spécial pour dynamite).

					m s
1^{gr}	de soluble dans	100^{cc} à 20°,	331	gouttes en.....	9,30
	Id.		332	»	9,30
	Id.		331	»	9,30
$0^{gr},95$	Id.		329,5	»	8,10
	Id.		329,5	»	8,10
	Id.		329,5	»	8,10
$0^{gr},90$	Id.		328	»	7,15
	Id.		328,5	»	7,10
	Id.		328	»	7,10
$0^{gr},85$	Id.		326	»	6,15
	Id.		326	»	6,15
$0^{gr},80$	Id.		324	»	5,35
	Id.		323,5	»	5,35
	Id.		324	»	5,35

Nitro-coton allemand (pour dynamite).

1^{gr}	de soluble dans	100^{cc} à 20°,	339	gouttes en.....	23^{m}
	Id.		339	»	23^{m}

Coton au taux de 200^{cc} de AzO^{2} par gramme sec et de 90,1

Digitized by Google

pour 100 de soluble, résultant du traitement d'un CP_1, A*e* par l'eau à 110° pendant cinq jours.

1er de soluble dans 100cc à 20°. Impossibilité de compter. 5s

115 CPA A*e* de 1893.

1er de soluble dans 100cc à 20°, 306 gouttes..... »
Id. 305 » 2m36s

Coton du Moulin-Blanc (spécial pour dynamite).

1er de soluble dans 100cc, 315 gouttes ..... »
Id. 314 ..... 3m41s
Id. 315 ..... 3m42s

Paris, 1er mars 1895.

Digitized by Google

NOTE COMPLÉMENTAIRE

SUR LA

DÉSHYDRATATION DU COTON-POUDRE

PAR L'ALCOOL;

PAR

M. MESSIER,

Ingénieur des poudres et salpêtres.

On sait (1) qu'on diminue la quantité d'alcool à 95° à employer pour la déshydratation en éliminant mécaniquement du mélange une quantité d'alcool assez grande pour qu'il ne reste plus dans la matière qu'une quantité de liquide, u, inférieure à $p+q$ et telle qu'en y ajoutant ensuite un poids $p+q-u$ d'alcool à 95°, on obtienne la quantité $(p+q)$ d'alcool au degré n. Proposons-nous de calculer quelles sont, quand on opère ainsi, les quantités d'alcool à 95° nécessaires pour la déshydratation.

1° *Cas d'un seul lavage.* — Le poids x d'alcool à 95° à employer pour la déshydratation d'un poids $(P+h)$ de coton-poudre humide est égal à $y+p+q-u$, y étant donné par la formule

$$\frac{u}{y+h}=\frac{p}{h} \quad (2).$$

d'où l'on tire

$$y=\frac{h}{p}(u-p).$$

On a par suite

$$x=\frac{h}{p}(u-p)+p+q-u. \tag{6}$$

(1) *Mém. poudr. salp.* : 6 181.
(2) *Id.*

Digitized by Google

Si dans cette équation on fait $u = p + q$, on retrouve l'équation (α)

$$Q = \frac{hq}{p}.$$

2° *Cas de deux lavages.* — Le poids x d'alcool à 95° à employer pour la déshydratation sera donné par l'équation

$$(\lambda) \qquad x^2 + (h + K - u)x - \frac{h}{p} K(u - p) = 0 \ (1).$$

Si dans l'équation (λ) on fait $K = u$, c'est-à-dire si l'on suppose qu'à la fin du premier lavage on pousse l'élimination de l'excès de liquide au même point qu'après le deuxième, cette équation devient

$$(\mu) \qquad x^2 + hx - \frac{h}{p} u(u - p) = 0.$$

Lorsque l'on fait, dans les équations (λ) et (μ), $u = p + q$, on retrouve les équations (β) et (γ).

3° *Cas de trois lavages.* — Le poids d'alcool à 95° nécessaire pour la déshydratation est donné par l'équation

$$(\nu) \qquad \begin{cases} x^3 + [h + 2(K - u)]x^2 \\ \quad + [(K - u)^2 + h(2K - u)]x - \dfrac{h}{p} K^2(u - p) = 0 \ (2). \end{cases}$$

---

(1) L'équation (λ) s'obtient en éliminant $\frac{T_2}{T}$ et $\frac{T_u}{T}$, T_u étant le titre de l'alcool à la fin du deuxième lavage, entre les équations ci-dessous

$$T_u = \frac{KT_2 + T_x}{x + K},$$

$$\frac{T_2}{T_u} = \frac{x + K - u}{x + K - u + h},$$

$$uT_u + (p + q - u)T = qT.$$

(2) L'équation (ν) s'obtient en éliminant $\frac{T_3}{T}$, $\frac{T_2}{T}$ et $\frac{T_u}{T}$ entre les quatre équations ci-dessous

$$T_u = \frac{KT_2 + T_x}{x + K},$$

$$T_2 = \frac{KT_1 + T_u(x + K - u)}{x + 2K - u},$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{x + K - u}{x + K - u + h},$$

$$\frac{T_u}{T} = \frac{u - p}{u}.$$

Digitized by Google

La quantité totale d'alcool à 95° à employer dans chaque cas s'obtient en ajoutant à la valeur de x, fournie par l'une quelconque des équations ci-dessus, la valeur de $p + q - u$, puisqu'après le dernier lavage on doit, pour obtenir le dosage, ajouter au mélange le poids $p + q - u$ d'alcool à 95°. La consommation totale est ainsi $x + p + q - u$.

Le poids d'alcool à 95°, à retrouver par la distillation, est égal à la quantité employée, diminuée de la quantité q correspondant au dosage; ce poids est donc égal à

$$x + p + q - u - q,$$

c'est-à-dire à

$$x - (u - p).$$

Quel que soit le taux d'humidité qu'on se propose de laisser dans le coton-poudre, la quantité d'alcool à 95° à employer sera suffisamment réduite si l'on fait deux lavages. La formule qu'on emploiera le plus souvent, dans la pratique, sera donc la formule (μ).

Si l'on applique cette formule à l'exemple numérique choisi précédemment, en donnant aux lettres les mêmes valeurs, et en faisant $u = 20^{kg}$ dans le cas où l'on se sert de presses hydrauliques pour éliminer l'excès de liquide, et $u = 30^{kg}$ lorsqu'on emploie des turbines essoreuses, on forme le tableau suivant :

Digitized by Google

Taux d'humidité qu'on se propose de laisser dans le coton-poudre.....	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %
Quantité d'alcool à 95° à employer pour la déshydratation de 100kg de coton-poudre à 30 pour 100 d'eau :						
1° Dans le cas de deux imbibitions et de deux compressions à la presse hydraulique.....	115 kg	75 kg	57 kg	46 kg	39 kg	33 k
2° Dans le cas de deux imbibitions et de deux essorages dans une turbine..	179	120	94	78	67	58
Quantité d'alcool à 95° à retrouver par distillation $[x-(u-p)]$:						
1° Dans le cas de deux imbibitions et de deux compressions (1).....	95	56	39	29	23	17
2° Dans le cas de deux imbibitions et de deux essorages (1).....	149	91	66	50	41	32

(1) En négligeant la perte par évaporation.

Pour la distillation de l'alcool ayant servi à la déshydratation du coton-poudre, il est nécessaire d'employer des appareils à rectifier du type dit *discontinu,* c'est-à-dire avec chaudière à la base. En effet, avec les appareils continus ordinaires, le coton-poudre contenu dans l'alcool injecté s'accumulerait sur le plateau d'alimentation et sur les plateaux inférieurs et serait difficilement éliminé par les lavages. Dans les appareils dits *discontinus,* au contraire, les plateaux ne reçoivent que les liquides de condensation et toutes les impuretés restent dans la chaudière, qu'il est aisé de rincer après chaque opération, et de nettoyer complètement, à intervalles réguliers, en y faisant pénétrer un ouvrier. Il est facile, d'ailleurs, lorsqu'on ne juge pas nécessaire de recueillir séparément les alcools de tête, d'augmenter la production d'un appareil à chaudière en le transformant en appareil continu, c'est-à-dire en y injectant, pendant la marche, de l'alcool à rectifier au moyen

Digitized by Google

d'un tuyau aboutissant à la base de la chaudière et en communication avec un réservoir placé à une hauteur suffisante. Il est nécessaire, en effet, de disposer d'un appareil permettant de traiter des quantités considérables de liquides lorsqu'on se propose de distiller non seulement l'alcool ayant servi à la déshydratation du pyroxyle, mais encore, pour en extraire une partie du dissolvant, les liqueurs d'égouttage et de lavage des produits industriels obtenus par la dissolution de ce composé après déshydratation. Lorsque ces liqueurs contiennent des substances plus volatiles que l'alcool, et dont la densité de vapeur est plus grande (acétone, certains éthers, etc.) il suffit, pour les recueillir séparément dès le commencement du chauffage, de munir la colonne, à sa partie inférieure, d'un robinet d'où part un tuyau aboutissant soit à un réfrigérant spécial soit à un appareil disposé pour la rectification des liquides volatils dont il s'agit.

Le Ripault, février 1895.

Digitized by Google

NOTE SUR UN PROCÉDÉ

DE

VÉRIFICATION DES BOITES A POUDRE DE CHASSE;

PAR

M. THIBAUDAU,

Ingénieur des poudres et salpêtres.

La vérification de l'étanchéité des boîtes à poudre de chasse s'est faite, jusqu'à la fin de l'année 1893, par des procédés, variables suivant les établissement du service, mais dont aucun ne pouvait donner des indications définitives. Pour prononcer sur la réception des boîtes, il fallait toujours en venir au remplissage, c'est-à-dire attendre le moment de leur emploi. Cette nécessité n'était pas sans présenter des inconvénients, notamment pour le règlement des fournitures.

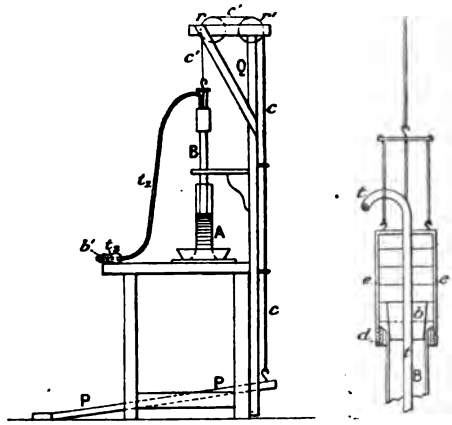
Le procédé que nous allons décrire permet de vérifier les boîtes rapidement, au fur et à mesure des livraisons, tout en opérant avec la même certitude que si l'on procédait par remplissage. Le petit appareil nécessaire dérive de celui qui sert, dans les cours de physique, à vérifier la loi de Mariotte, dans le cas des pressions inférieures à la pression atmosphérique.

I. *Description de l'appareil* (*fig.* 1 et 2). — L'éprouvette à pied en verre A sert de cuve profonde; elle est remplie d'eau jusqu'à un certain niveau et placée dans la cuvette C, destinée à recueillir le liquide qui pourrait déborder. Un tube en verre B est suspendu dans l'éprouvette; il est ouvert à sa partie inférieure et fermé en haut par un bouchon de caoutchouc b; ce bouchon est traversé par un tube de cuivre de petit diamètre t prolongé par un tube de caoutchouc t_1, lequel aboutit à un deuxième tube de

Digitized by Google

cuivre t_2; ce tube traverse le bouchon b' et tube et bouchon sont maintenus dans une poignée en bois.

Fig. 1 et 2.



Ce sont les mouvements d'ascension et de descente du tube B qui permettent, soit de raréfier, soit de comprimer le volume d'air de la boîte préalablement fermée par le bouchon b'. Ces mouvements sont obtenus : la descente, par le poids de rondelles de plomb annulaires superposées au bouchon b et enfermées dans un manchon de cuivre e, vissé sur le collier d à bague intérieure en caoutchouc; l'ascension, par le mouvement d'une pédale P qui tire sur le petit câble métallique cc' de suspension du tube : le renvoi de mouvement se fait par deux petites poulies à gorge en bois r, r' montées sur la potence Q.

II. *Vérification des boîtes.* — La mesure de l'étanchéité d'une boîte peut se faire de deux façons :

a. Par raréfaction : on bouche la boîte à essayer avec le bouchon b' et l'on appuie sur la pédale; le tube B est soulevé et comme l'air se raréfie dans la boîte, une petite colonne liquide apparaît à l'intérieur du tube. Si la boîte est étanche, le niveau de cette colonne liquide reste stationnaire; dans le cas contraire, il s'abaisse rapidement.

b. Par compression : on appuie d'abord sur la pédale, puis on bouche la boîte avec le bouchon b', enfin on abandonne la pédale :

Digitized by Google

le tube B, d'abord soulevé, redescend et dans ce mouvement comprime l'air dans la boîte; le niveau du liquide se trouve alors plus bas dans le tube que dans l'éprouvette. La dénivellation reste constante si la boîte est étanche, et, dans le cas contraire, disparaît très vite.

Des deux méthodes de mesure, la première paraît préférable, car elle a cet avantage que la pression atmosphérique contribue à assurer l'étanchéité de tous les joints.

III. *Résultats.* — Le nouveau procédé de vérification des boîtes à poudre de chasse est devenu réglementaire aux termes du cahier des charges approuvé pour les fournitures à effeçtuer aux poudreries pendant les années 1894 et 1895 : il y a donc plus d'un an qu'il est appliqué. La vérification se fait à chaque livraison, sur un certain nombre des boîtes de chacune des caisses de cette livraison ; dans le cas où les rebuts d'une caisse dépassent un certain chiffre, la vérification de la caisse entière est imposée. Ce cas s'est présenté quelquefois à Toulouse et les prix payés, pour la vérification, ressortent, par mille boîtes, à $1^{fr},10$ pour les boîtes de poudre de chasse ordinaire et $1^{fr},60$ pour les boîtes de chasse forte : ces chiffres montrent que la dépense est minime.

Une vérification facile, assurée et peu coûteuse, tel est le premier avantage qui est acquis à l'État par l'emploi du nouveau procédé dans les poudreries : nous croyons devoir en signaler un autre qui résultera sans doute de l'adoption du procédé par les fournisseurs. Ceux-ci pourront en effet, d'une part, contrôler la fabrication dans leurs ateliers, et, d'un autre côté, en essayant les boîtes avant expédition, éviter les frais de transport assez élevés résultant du retour des boîtes refusées et de leur remplacement. Cette diminution dans leurs frais ne pourra manquer de se traduire, dans les prochaines adjudications, par une diminution correspondante dans les prix consentis par eux, c'est-à-dire en définitive par un bénéfice peut-être important pour l'État.

Toulouse, 14 février 1895.

Digitized by Google

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

COMMISSION

DES

SUBSTANCES EXPLOSIVES

PENDANT LES ANNÉES 1894 ET 1895 (1).

§ I.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX EXÉCUTÉS EN 1894.

Ce rapport, établi conformément à l'article 4 du décret constituant la Commission des substances explosives, comprend les objets suivants :

1° *Analyse des rapports adressés au ministre pendant l'année* 1894;

2° *Revue des travaux effectués pendant la même année.*

I. — Analyse des rapports établis pendant l'année.

RAPPORT N° 82. — *Sur une demande formée par M. Faille,*

(1) Voir 1 432, 2 573, 3 171, 4 205, 5 68, 6 211 et 7 139 les *Comptes rendus* des travaux exécutés de 1878 à 1893.

Digitized by Google

à l'effet d'être autorisé à importer en France de nouveaux types de dynamite.

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur, M. VIEILLE.)

Par dépêche du 13 octobre 1893, le ministre de la guerre a soumis à l'examen de la commission des substances explosives une demande formée par M. Faille, entrepositaire de dynamites à Valenciennes, à l'effet d'être autorisé à importer en France 6 nouveaux types de dynamite.

La commission, après un examen de la composition des produits, a reconnu que deux des types proposés ont déjà fait l'objet d'un rapport de la commission (rapport n° 78) en date du 13 novembre 1890. Son étude se trouvait, dès lors, limitée à l'examen des 4 types suivants :

1° Dynamite-gomme, A.....	Nitroglycérine.....	92	100
	Cellulose nitrée.....	8	
2° Dynamite-gomme, B	Nitroglycérine.....	86	100
	Cellulose nitrée.....	5	
	Cellulose.....	5	
	Salpêtre.....	4	
3° Dynamite-grisoutite, D...	Nitroglycérine.....	42	100
	Cellulose.....	12	
	Sulfate de magnésie...	46	
4° Dynamite n° 2, F.....	Nitroglycérine.....	52	100
	Kieselguhr	15	
	Sulfate de baryte	33	

Par sa dépêche, le ministre invitait la Commission des substances explosives à lui faire connaître :

1° Si les produits ainsi composés présentent des garanties suffisantes de stabilité pour que l'importation puisse en être autorisée;

2° S'il y a lieu d'imposer pour l'emballage des précautions spéciales.

La commission rappelle que les échantillons de dynamite présentés rentrent, par leur composition, dans la catégorie des dynamites-gommes ou des dynamites à base active dont la fabrication a pu être autorisée déjà depuis longtemps, en France et à

Digitized by Google

l'étranger sans inconvénient pour la sécurité publique, au point de vue de la conservation, de la manipulation et de l'emploi, mais que cette innocuité est liée, toutefois, au degré de purification des matières premières que les dynamites renferment et aux propriétés physiques du produit final.

En ce qui concerne la purification des matières premières employées, la commission estime que le contrôle exercé par l'agent des poudres et salpêtres, à l'usine belge de Matagne-la-Grande, sur les produits destinés à l'importation en France, constitue une garantie suffisante de stabilité des dynamites.

D'autre part, l'étude de la résistance à l'exsudation des échantillons présentés a donné lieu aux essais suivants :

1° *Influence de l'humidité.* — Les 4 échantillons, dépouillés de leurs enveloppes, ont été exposés dans une enceinte dont l'atmosphère était maintenue sensiblement saturée à la température ordinaire, par une masse convenable de sciure de bois humide.

Après 30 jours d'exposition, les échantillons ne présentaient pas d'exsudation.

2° *Influence de la chaleur.* — Les échantillons ont été soumis au chauffage continu de jour et de nuit, dans des étuves à thermorégulateur d'Arsonval à 40° et 50°. Ces échantillons ont supporté un chauffage de 19 jours consécutifs à ces températures sans donner lieu à exsudation, bien qu'ils aient subi une altération nitreuse sensible.

En conséquence, la commission a émis l'avis que les dynamites présentées par M. Faille et fabriquées à l'usine de Matagne-la-Grande, sous le contrôle de l'agent des poudres et salpêtres, peuvent être importées en France sans danger pour la sécurité publique et que ces types ne comportent pas l'emploi de précautions d'emballage spéciales.

RAPPORT N° 83. — *Sur l'étude des dangers de transport par voie ferrée de certains artifices du service de l'artillerie.*

(Étude confiée à la 2e section; rapporteur, M. LOUIS.)

Par dépêche du 19 juillet 1893, le ministre de la guerre a de-

Digitized by Google

mandé l'avis de la Commission des substances explosives sur la classification, au point de vue du transport par chemins de fer, de certains engins du service de l'artillerie non dénommés dans l'arrêté du 9 janvier 1888, et fait connaître les propositions faites à ce sujet par le service précité.

La classification, préparée en vue de la refonte de l'arrêté susindiqué, a pour but de répartir ces engins dans les diverses catégories de matières dangereuses actuellement admises par les compagnies de chemins de fer.

Les propositions faites à cet égard, par le service de l'artillerie, sont les suivantes :

1° *Artifices à classer dans la* 1re *catégorie :*

Fusées des signaux et signaux à percussion ;
Obus chargés en mélinite ;
Amorces pour détonateurs.

2° *Artifices à classer dans la* 2e *catégorie :*

Flambeaux, grenades éclairantes ;
Cylindres incendiaires, cylindres à fumée ;
Fascines et tourteaux goudronnés ;
Allumeurs pour mèches lentes, mèches à canon ;
Mèches à étoupilles, cordeaux porte-feu.

3° *Artifices à classer dans la* 3e *catégorie* (*munitions de sûreté*).

Étoupilles ordinaires, électriques, obturatrices, à friction ou à percussion ;

Fusées à friction, employées pour la mise de feu aux grenades à main ;

Fusées percutantes, fusées fusantes et fusées à double effet ;

Bouchons porte-retard ;

Détonateurs pour obus, pétards de cavalerie et cartouches explosives, transportés sans amorces.

La commission a soumis un certain nombre de ces engins, sur le fonctionnement desquels quelque doute pouvait être conservé en cas d'accident, à des expériences de choc et d'inflammation

Digitized by Google

dans les conditions les plus favorables à l'exagération de leurs propriétés explosives.

Ces expériences ont porté notamment sur la mèche à étoupilles, sur les artifices éclairants à base de chlorate de potasse et de glu de lin, sur les étoupilles ordinaires et électriques et sur les détonateurs pour obus de divers modèles, non amorcés.

Ces études ont montré que les propositions du service de l'artillerie, relativement à la classification de ces engins au point de vue du transport par chemins de fer, devaient, pour la plupart, être adoptées.

Les seules modifications que la commission propose d'adopter sont les suivantes :

1° Les pétards de cavalerie et les cartouches explosibles, au lieu d'être classés en 3e catégorie, devraient, en tous points, être assimilés à la mélinite et, par suite, être soumis au même traitement que cette substance;

2° Les détonateurs pour obus, même s'ils ne sont pas munis d'amorces, ne peuvent être classés en 3e catégorie. Tout en répondant aux conditions fixées pour les munitions de sûreté, la détonation, d'ailleurs bien peu probable, d'un détonateur en cours de transport est trop violente pour pouvoir être considérée comme peu dangereuse. Les détonateurs doivent être assimilés à de petits obus chargés en mélinite et, par suite, ils doivent être classés en 1re catégorie.

Rapport n° 84. — *Sur le transport des armes portatives accompagnées de cartouches chargées.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur, M. Vieille.)

Par dépêche du 31 janvier 1894, le ministre de la guerre a soumis à l'examen de la Commission des substances explosives une demande, formée par M. le président de la chambre de commerce de Saint-Étienne, à l'effet d'obtenir l'autorisation d'expédier par voie ferrée des colis postaux contenant une arme et 75 à 100 cartouches chargées, sans que ces colis soient astreints aux conditions imposées pour le transport des munitions de sûreté.

Ces conditions, appliquées à l'ensemble du colis, conduisent,

Digitized by Google

en effet, en raison de l'épaisseur des parois prescrites pour les caisses de munitions de sûreté, à un poids excessif qui s'oppose au transport sous forme de colis postal.

La commission, se référant aux facilités accordées à l'étranger pour les expéditions similaires, estime que la caisse principale contenant l'arme doit être considérée comme un colis ordinaire auquel il ne convient d'imposer aucune condition spéciale de solidité, l'intérêt du fabricant à éviter toute avarie de l'arme transportée paraissant une garantie suffisante du bon conditionnement de cette première caisse.

En ce qui concerne les cartouches jointes à l'arme, la commission pense qu'il suffit de prescrire, conformément aux conclusions d'un de ses rapports antérieurs, en date du 21 juillet 1892, que les munitions seront emballées dans une petite caisse en bois spéciale, solidement fixée dans la caisse principale et dont les parois présenteront au moins 8^{mm} d'épaisseur, ce mode d'emballage présentant, en raison de la double enveloppe, des conditions de protection bien supérieures à celles qui correspondent aux dispositions générales prévues par les colis de poids quelconque de cette catégorie.

En résumé, la commission est d'avis que la demande de M. le président de la chambre de commerce de Saint-Étienne peut être admise sans aucun danger pour la sécurité des transports.

Rapport n° 85. — *Sur le mode d'épreuves des dynamites à l'ammoniaque.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur, M. Liouville.)

Par dépêche du 12 mars 1894, le ministre de la guerre a invité la Commission des substances explosives à lui faire connaître les résultats de l'étude qu'elle a entreprise sur le mode d'épreuve des dynamites à l'ammoniaque et des explosifs similaires.

Les épreuves instituées en vue d'établir la sécurité du transport des dynamites sont de deux espèces. Les unes visent la stabilité des matières, les autres leur résistance à l'exsudation : jusqu'à ces dernières années, ces épreuves de résistance à l'exsudation portaient sur les matières explosives elles-mêmes et tendaient à exclure de leur composition tout sel déliquescent susceptible de

Digitized by Google

provoquer, par l'absorption de l'humidité atmosphérique, la séparation de la nitroglycérine.

L'intérêt que présente l'emploi, dans les exploitations grisouteuses, des explosifs à basse température de détonation à base de nitrate d'ammoniaque, sel très hygrométrique, impose une révision des conditions d'épreuve des dynamites, notamment en ce qui concerne l'exclusion des composés déliquescents, et la commission a pensé qu'il était possible de reporter à la cartouche munie de son enveloppe la condition de résistance à l'exsudation primitivement exigée de la matière elle-même.

L'expérience déjà acquise par un usage prolongé des explosifs à base de nitrate d'ammoniaque montre qu'une solution pratique peut être obtenue dans cette voie, et la commission s'est proposé de rechercher un mode d'épreuve permettant de vérifier la valeur de l'étanchéité d'un mode d'encartouchage.

Les expériences effectuées jusqu'à ce jour semblent indiquer qu'il est possible de remplacer l'épreuve de conservation de longue durée, dans les conditions ordinaires de la pratique, par un essai intensif et d'exécution rapide.

La commission ne se croit, toutefois, pas en mesure de préciser encore les conditions auxquelles doivent satisfaire les cartouches de dynamite à base de nitrate d'ammoniaque pour être admises aux transports, et elle demande à compléter ses essais par l'examen d'un certain nombre d'explosifs choisis parmi les types dont l'usage déjà prolongé a été reconnu sans inconvénients et dont la résistance aux épreuves servirait de repère dans la fixation des conditions à remplir par les explosifs similaires.

II. — Revue des travaux effectués pendant l'année 1894.

ÉTUDE N° 71.

Étude des dérivés nitrés de la naphtaline.

Cette étude a donné lieu à des recherches analytiques effectuées au laboratoire central des poudres par le chef d'épreuves, M. Chenel, concernant les conditions d'application de la méthode

Digitized by Google

de Kjeldahl au dosage de l'azote dans les dérivés nitrés de la naphtaline.

Il résulte de ces recherches que la déduction préalable du dérivé nitré par l'iodure de phosphore permet d'employer cette méthode au dosage du taux d'azote dans tous les produits quel que soit le degré de leur nitrification.

ÉTUDE N° 88.

Mode d'épreuve des dynamites à l'ammoniaque.

Cette étude a donné lieu à l'établissement du rapport qui a été analysé plus haut.

ÉTUDE N° 98.

Étude des dangers de transport par voie ferrée de certains artifices du service de l'artillerie.

Cette étude est terminée et a donné lieu à l'établissement du rapport n° 83, analysé ci-dessus.

ÉTUDE N° 99.

Examen d'une demande formée par M. Faille, à l'effet d'être autorisé à importer en France six nouveaux types de dynamite.

Cette étude, qui est terminée, a donné lieu à l'établissement du rapport n° 82, analysé ci-dessus.

ÉTUDE N° 100.

Conditions d'établissement des dynamitières souterraines.

Cette étude a été prescrite par dépêche ministérielle du 27 novembre 1893. Elle a pour but de rechercher dans quelles conditions les dynamitières souterraines devraient être établies pour atténuer, dans la mesure du possible, les effets redoutables que pourrait entraîner leur explosion, soit pour la mine elle-même, soit pour les constructions de la surface.

Digitized by Google

La commission a procédé, dans le cours de l'année 1894, à de nombreuses expériences portant sur les points suivants :

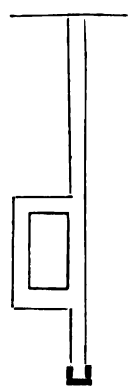
1° Étude de la répartition des pressions produites par la détonation de charges explosives dans des éprouvettes ou des tubes, atteignant $0^m,30$ de diamètre, simulant les galeries destinées à servir des dynamitières;

2° Étude des dispositifs d'obturation automatique permettant d'isoler du reste de la mine la dynamitière en cas d'explosion.

Les expériences effectuées dans un tube de $0^m,27$ de diamètre et de $5^m,00$ de longueur établissent que la détonation d'une charge de dynamite régulièrement répartie sur toute la longueur, de façon que la densité de chargement ne dépasse pas $\frac{1}{100}$ par mètre courant, détermine, aux extrémités du tube, des suppressions, d'ordre dynamique, pouvant atteindre quatre fois la valeur de la pression moyenne statique répondant à la répartition uniforme des produits de la combustion de la chambre.

Ces expériences conduisent à adopter pour les dynamitières la forme en T permettant de soustraire les dispositifs d'obturation aux suppressions locales des extrémités de la galerie servant de magasin explosif et constituée par la branche supérieure du T.

Le système d'obturation expérimenté par la commission con-



siste dans un tampon semi-plastique formé de feuilles de carton bitumé superposées que l'explosion chasse dans un logement conique formé par le rétrécissement de la galerie d'accès figurée par

Digitized by Google

la branche verticale du T. La libre circulation est assurée par une galerie de dérivation qui établit la communication avec la mine, lorsque le tampon est à sa place normale, mais qui se trouve obturée, en même temps que la galerie principale, par l'avancement du tampon sous l'action de l'explosion.

Les nombreux essais effectués, il est vrai, sur l'échelle réduite correspondant aux dimensions d'un tube de $0^{m},30$, conduisent à regarder comme possible le fonctionnement automatique du tampon, sans fuite sensible par la dérivation.

Il y a lieu de penser également que le mode de construction admis pour ce tampon est susceptible de résister aux pressions de 100^{kg} par centimètre carré prévues par la commission du grisou.

Des expériences effectuées dans les conditions mêmes de la pratique peuvent seules faire connaître la valeur de ces prévisions. La commission pense être en mesure de procéder prochainement à ces expériences, grâce au concours des houillères de France et du service des mines qui a établi, sur les bases indiquées ci-dessus, le projet d'une installation d'essai.

ÉTUDE N° 101.

Transport des armes portatives accompagnées de cartouches chargées.

Cette question a donné lieu à l'établissement du rapport n° 84, dont l'analyse a été donnée ci-dessus.

ÉTUDE N° 103.

Sécurité de conservation des munitions de chasse chargées en poudre pyroxylée.

Cette étude se rattache à des essais d'un ordre général que la commission est appelée à effectuer sur les munitions industrielles de toute nature, destinées à être transportées par voies ferrées, et qui ne bénéficient de tarifs de transport avantageux qu'à la condition d'avoir été reconnues comme satisfaisant à la définition des explosifs de sûreté.

Digitized by Google

Les vérifications antérieures de cette nature, effectuées par la commission, avaient été exécutées à l'aide d'installations industrielles qui ne sont plus à sa disposition et elle a dû proposer au ministre l'installation, à Sevran, des appareils d'épreuves nécessaires. Ces installations seront prochainement achevées.

ÉTUDE N° 104.

Classement comme munitions de sûreté des pétards à ailettes présentés par M. Petit.

L'exécution de cette étude, de même nature que la précédente, est subordonnée à l'achèvement des installations d'épreuves entreprises à Sevran.

Paris, le 14 février 1895.

Vu :

Le président,
BERTHELOT.

Le secrétaire,
P. VIEILLE.

ANNEXE.

CHANGEMENTS SURVENUS DANS LE PERSONNEL DE LA COMMISSION PENDANT L'ANNÉE 1894.

Par dépêche du 19 janvier 1894, le ministre de la guerre a informé le président de la Commission que M. le général BRUGÈRE, désigné, en 1882, comme membre adjoint de la Commission des substances explosives, a cessé de faire partie de ladite commission, par suite des attributions qui lui ont été conférées par décret du 26 décembre 1893.

Par décision ministérielle du 27 janvier 1894, M. le chef d'escadron d'artillerie de la marine BONNIER a été nommé membre adjoint de la Commission des substances explosives, en remplacement de M. le commandant DIDELOT, de la même arme.

Par décision ministérielle du 15 juin 1894, M. MORIN, ingénieur en chef des poudres et salpêtres, ayant été désigné pour prendre la direction de la poudrerie nationale de Sevran-Livry, devient membre titulaire de la

Digitized by Google

Commission des substances explosives, en remplacement de M. FAUCHER, décédé.

Par décision ministérielle du 19 juin 1894, M. le chef d'escadron d'artillerie de la marine POUTET a été nommé membre adjoint de la Commission des substances explosives, en remplacement de M. le commandant RUAULT, de la même arme.

Enfin, M. MALLARD, inspecteur général des mines, membre adjoint et temporaire de la Commission des substances explosives, décédé dans le cours de l'année 1894, n'a pas été remplacé.

En conséquence, l'état de la commission, au 31 décembre 1894, est le suivant :

MM. BERTHELOT, membre titulaire, président;
SARRAU, membre titulaire, vice-président;
MORIN, membre titulaire, vice-président;
LEHERLE, membre titulaire, vice-président;
CASTAN, membre titulaire;
CORNU, membre titulaire;
HAFFEN, membre titulaire;
VIEILLE, membre titulaire, secrétaire.

BERTRAND, membre adjoint;
BIJU-DUVAL, membre adjoint;
BONNIER, membre adjoint;
DÉSORTIAUX, membre adjoint;
LARDILLON, membre adjoint;
LIOUVILLE, membre adjoint;
LOUIS, membre adjoint;
POUTET, membre adjoint;
LEDOUX, membre adjoint et temporaire;
LE CHATELIER, membre adjoint et temporaire.

---

§ II.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX EXÉCUTÉS EN 1895.

Ce rapport, établi conformément à l'article 4 du décret constituant la Commission des substances explosives, comprend les objets suivants :

1° *Analyse des rapports adressés au ministre pendant l'année* 1895;

2° *Revue des travaux effectués pendant la même année.*

Digitized by Google

I. — Analyse des rapports établis pendant l'année.

Rapport n° 86. — *Sur la sécurité de conservation des munitions de chasse chargées en poudre pyroxylée.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. Biju-Duval.)

Par dépêche du 12 octobre 1894, le ministre de la guerre a chargé la commission d'étendre aux munitions de chasse chargées en poudres pyroxylées, introduite dans le commerce depuis l'année 1884, l'étude faite antérieurement par la commission sur les dangers de transport des poudres, amorces et munitions, et de vérifier notamment si ces munitions nouvelles pouvaient être considérées comme des munitions de sûreté. La même vérification devait être faite sur les cartouches de chasse, d'un usage spécial, dont les charges sont plus importantes que celles des munitions usuelles.

La commission, profitant de l'expérience acquise dans les expériences antérieures de 1884, a pu limiter l'étendue des épreuves en conservant celles qui correspondent aux causes d'accidents les plus usuels, c'est-à-dire les épreuves de choc violent et d'incendie.

Le programme définitivement adopté comportait :

1° Le choc violent à la température ordinaire;
2° Le choc violent à une température voisine de 100°;
3° L'inflammation par incendie;
4° L'inflammation au moyen d'un détonateur.

Les épreuves de choc ont été effectuées à l'aide d'un mouton de 300kg tombant d'une hauteur de 5m.

Les caisses soumises aux essais contenaient, soit 300 à 500 cartouches à broche, calibre 12, chargées de poudres pyroxylées J et S, soit 100 à 200 cartouches à broche, calibre 4, chargées de poudre noire n° 0. Le premier genre de cartouches représente le type le plus défavorable, au point de vue de la sécurité, des munitions ordinaires; le deuxième genre répond au type de munitions de chasse pour canardières d'un usage spécial, visées par la dépêche ministérielle.

Digitized by Google

Les expériences ont montré que les munitions chargées en poudres pyroxylées sont des munitions de sûreté présentant une sécurité plus grande encore que les munitions de même type chargées en poudre noire et expérimentées en 1884.

Les cartouches calibre 4, bien que ne faisant pas explosion en masse, ne présentent pas les mêmes garanties, en raison de la charge relativement forte de 15^{gr} de poudre qu'elles renferment, l'explosion d'un petit nombre de ces cartouches ou même d'une seule d'entre elles étant suffisante pour démolir la caisse qui les contient.

La Commission estime, en conséquence, que les avantages spéciaux, dans le transport et la conservation, attribués aux munitions de sûreté doivent être limités aux cartouches de chasse chargées jusqu'au calibre 8 inclusivement, et à la condition que la charge ne dépasse pas 10^{gr} de poudre noire ou les quantités sensiblement équivalentes de poudres J et S, soit 7^{gr} de poudre J et 5^{gr} de poudre S.

RAPPORT N° 87. — *Sur l'examen d'un pétard à ailettes, présenté par M. Petit.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. BIJU-DUVAL.)

Par dépêche du 31 décembre 1894, le ministre de la guerre a soumis à l'examen de la commission une demande faite par M. Petit, artificier à Meurcourt (Haute-Saône), dans le but d'obtenir l'assimilation aux cartouches de revolver, au point de vue des transports par voie ferrée, d'un engin fabriqué par lui sous le nom de *pétard à ailettes*.

Cet engin, destiné à éloigner les chiens des vélocipédistes par le bruit d'une explosion, consiste en un petit tube de carton rempli d'une composition détonante (chlorate de potasse, sulfure d'arsenic et verre pilé). Ce tube porte, à l'avant, un percuteur formé d'une pointe séparée, pendant le transport, de la matière fulminante par un disque en cuir; à l'arrière, des ailettes servant à le diriger dans sa chute en le faisant tomber sur le percuteur.

Pour se servir de l'engin, le vélocipédiste retire la bourre protectrice, et le pétard projeté sur le sol détone avec violence.

Digitized by Google

Les expériences de la commission ont montré que ces engins, munis de leur bourre protectrice pouvaient être assimilés à des munitions de sûreté susceptibles d'être transportées sans danger par quantité de 50 dans une même caisse et par groupe de 5 caisses au maximum.

La commission a, toutefois, appelé l'attention du ministre sur les inconvénients de l'emploi, sur la voie publique, de pareils engins, ces inconvénients résultant de la projection dangereuse de percuteurs métalliques et de la violence de la détonation.

RAPPORT N° 88. — *Sur l'examen de deux demandes formulées par la société générale pour la fabrication de la dynamite.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. BIJU-DUVAL.)

Ces demandes, transmises par une dépêche du ministre de la guerre en date du 30 janvier 1894, concernent :

1° La substitution du nitrate de potasse au nitrate de soude dans deux types de dynamite-gomme ou gélatinée n° 1;

2° Le remplacement de la cellulose par un mélange de farine de bois et de farine de blé, torréfiées, dans six types de dynamites (dynamites-gomme ou dynamite gélatinée, n° 1, dynamite n° 1 à l'ammoniaque et dynamite n° 2).

La commission a soumis les divers types à des essais de résistance à l'humidité, à la chaleur (étuvage à 35°) et à la compression à la température ordinaire et à 50° sous une pression de 5^{kg} par centimètre carré.

A la suite de ces essais, elle estime qu'il y a lieu d'accorder les autorisations demandées, sous la condition ordinaire que les matières premières employées ne présentent aucun caractère d'acidité et que les dynamites contenant des sels hygrométriques, tels que le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque, soient soumises à un encartouchage étanche très soigné.

Digitized by Google

RAPPORT N° 89. — *Sur l'étude des conditions d'établissement des dynamitières souterraines.*

(Étude confiée à une sous-commission spéciale; rapporteur M. VIEILLE.)

Le ministre de la guerre, par dépêche du 27 novembre 1893, a saisi la Commission des substances explosives de l'étude des questions qui se rattachent à l'établissement des dépôts de dynamite dans les travaux souterrains des exploitations minières.

Les premières recherches de la commission ont porté sur les conditions d'établissement de dépôts de dynamite en communication avec les travaux et sur des dispositifs d'obturation automatique permettant d'isoler, en cas d'explosion, la dynamitière des galeries en exploitation. La commission s'est arrêtée au dispositif suivant.

La galerie d'accès de la dynamitière reçoit un tampon, du diamètre de la galerie, susceptible de s'appliquer, par un déplacement égal environ à son diamètre, sur un siège formé par un rétrécissement de la galerie. En temps normal, le tampon reste éloigné de son siège et la communication, de part et d'autre, est assurée par une galerie de dérivation doublement coudée en vilbrequin. En cas d'explosion, le retard qu'éprouve la chasse de gaz à parcourir le vilbrequin et les pertes de charge, dues au triple changement de direction rectangulaire du courant gazeux, permettent au tampon d'arriver sur son siège avant qu'il se soit produit un écoulement sensible par la dérivation.

L'appareil d'essai expérimenté par la commission consistait dans un tube en tôle de 30^{cm} de diamètre et de 9^{m} de longueur, figurant la galerie affectée à la dynamitière; ce tube, fermé à l'une de ses extrémités, présentait, à l'autre extrémité, la dérivation doublement coudée et le siège destiné à recevoir le tampon obturateur après son déplacement.

Les expériences ont montré que le fonctionnement restait satisfaisant sous des pressions très faibles, ne dépassant pas 1^{kg} par centimètre carré.

L'étude des conditions de résistance du tampon a été faite dans un appareil simplifié, constitué par un canon de 27^{cm} de dia-

Digitized by Google

mètre, dans lequel les explosifs ont pu être utilisés dans les conditions mêmes de la pratique, c'est-à-dire en provoquant leur détonation par l'amorce au fulminate et sous la densité de chargement de $\frac{1}{100}$ admise par la commission du grisou.

Ces recherches ont conduit la commission à constituer le tampon par des feuilles de carton ou des planches de bois simplement clouées les unes sur les autres. Le siège sur lequel ce tampon s'applique est plan et formé par un rétrécissement de $\frac{1}{3}$ dans le diamètre de la galerie.

L'étude des phénomènes ondulatoires et des surpressions produites aux extrémités des récipients, par la détonation de charges allongées, a conduit la commission à proposer, pour la dynamitière, la disposition en T, la branche transversale étant affectée au dépôt explosif, et l'autre branche ou galerie d'accès recevant le dispositif d'obturation, qui se trouve ainsi soustrait aux surpressions des extrémités de la galerie renfermant les explosifs.

La commission estime que les résultats obtenus dans les essais qu'elle a effectués sur une échelle restreinte permettent de tenter une expérience en grand.

RAPPORT N° 90. — *Sur l'examen d'échantillons de dynamite de la fabrique d'Arles.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. BIJU-DUVAL.)

Le ministre de la guerre a soumis à l'examen de la Commission des substances explosives, par dépêches des 25 avril, 29 mai et 1er juillet 1895, onze types de dynamites présentées par la dynamiterie d'Arles, à l'effet d'être autorisée à en poursuivre la fabrication. Ces dynamites rentrent dans les types industriels des dynamites-gomme ou gélatinées, à base inerte ou à base active, et des grisoutines au nitrate d'ammoniaque; elles ont été soumises aux essais institués dans le but de vérifier la résistance de ces produits aux causes ordinaires de détérioration : chaleur, humidité et pression.

Comme suite à ses essais, la commission estime que la fabrication des divers types présentés par la dynamiterie d'Arles peut être autorisée, sous la réserve de quelques améliorations de détail,

Digitized by Google

et que leur emballage ne comporte pas de précautions spéciales autres que celles qui sont aujourd'hui prescrites pour les produits similaires.

RAPPORT N° 91. — *Sur l'examen d'une demande de la Compagnie* La Forcite.

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. BIJU-DUVAL.)

Cette demande, soumise à l'examen de la commission par dépêche du ministre de la guerre en date du 6 mai 1895, concerne l'introduction en France de quatre types de dynamite et de trois types de grisoutine.

La commission estime que l'autorisation d'importation peut être accordée pour les quatre premiers types, qui ne diffèrent de produits déjà autorisés que par la substitution du nitrate de potasse au nitrate de soude.

En ce qui concerne les grisoutines, la commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu d'autoriser l'importation de ces produits, tant qu'un mode définitif d'épreuve n'aura pas été adopté.

RAPPORT N° 92. — *Sur l'examen de demandes d'autorisation formulées par la Société générale pour la fabrication de la dynamite.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. BIJU-DUVAL.)

Ces demandes, transmises à la commission par dépêches du ministre de la guerre en date des 8 août et 2 septembre 1895, concernent la fabrication de deux types de dynamites rentrant dans la catégorie des dynamites-gomme ou gélatinées à base active.

Les types présentés par la société générale ont été soumis aux épreuves d'exsudation par l'humidité, la chaleur et la compression.

La commission est d'avis que leur fabrication peut être autorisée et que leur transport ne comporte pas l'emploi de précautions spéciales d'emballage.

Digitized by Google

RAPPORT N° 93. — *Sur le classement des matières dangereuses au point de vue des transports. Fil à base de nitrocellulose.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. VIEILLE.)

Le ministre de la guerre, par dépêche du 10 octobre 1895, a soumis à l'examen de la Commission des substances explosives une demande de la *Société anonyme pour la fabrication de la soie de Chardonnet*, tendant au classement d'un fil spécial à base de nitrocellulose dans l'une des catégories des matières dangereuses soumises au transport. Ce transport aurait lieu à l'état humide.

La commission, après avoir vérifié les propriétés combustibles ou explosives de la matière à l'état sec et à l'état humide, est d'avis que le fil nitré peut être transporté sans danger, sous la condition que les emballages qui le renferment soient étanches et que la présence de l'eau en excès puisse être constatée simplement. Dans ces conditions, le produit pourrait être classé en troisième catégorie.

RAPPORT N° 94. — *Sur le classement des matières dangereuses au point de vue des transports. Carbure de calcium.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. VIEILLE.)

Une demande de M. H. Massmann, tendant au classement du carbure de calcium dans l'une des catégories de transport par voie ferrée a été soumise à la commission, par dépêche du ministre de la guerre en date du 10 octobre 1895.

La commission estime que ce produit, emballé en boîtes de fer-blanc étanches, pourrait être classé en troisième catégorie.

RAPPORT N° 95. — *Sur le classement des matières dangereuses au point de vue des transports. Chlorure de méthyle.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. LIOUVILLE.)

Par dépêche du 21 juin 1895, le ministre de la guerre a soumis à l'examen de la commission une demande formulée par la manu-

Digitized by Google

facture de produits chimiques du Landy, à l'effet d'obtenir le classement en quatrième catégorie du chlorure de méthyle, actuellement classé en première catégorie par l'arrêté ministériel du 9 janvier 1888, relatif au transport par chemin de fer des matières explosibles ou inflammables.

La commission, après discussion des conditions d'emballage proposées par les pétitionnaires et l'examen des chances diverses d'accidents pouvant provenir de la rupture des récipients, estime que le chlorure de méthyle, expédié dans des cylindres en acier essayés à 20^{kg} par centimètre carré, peut être classé en troisième catégorie.

Pour assurer la vérification facile des conditions limites de remplissage, la commission demande que les cylindres portent, d'une façon apparente :

1° Leur poids à l'état vide;

2° Le poids qu'ils doivent avoir lorsqu'ils sont remplis aux $\frac{9}{10}$ de chlorure de méthyle.

RAPPORT N° 96. — *Sur les conditions d'emballage des détonateurs munis d'un opercule.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. BIJU-DUVAL.)

Le ministre de la guerre a soumis à la commission, à la date du 21 juin 1895, une demande de la société française des munitions à l'effet d'être autorisée, par dérogation aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 9 janvier 1888, à ne pas remplir de sciure ou autre matière analogue les boîtes contenant des détonateurs munis d'un opercule. La société fait observer que ces poudres pénètrent dans les détonateurs, et occasionnent des ratés ou des manipulations dangereuses de la part des mineurs.

La commission estime que ces réclamations sont fondées et qu'il y a lieu d'autoriser la suppression de la sciure, mais d'imposer, en même temps, un mode d'emboîtage tel que les détonateurs ne puissent pas remuer, même une fois la boîte entamée. Un dispositif très simple, déjà employé par la société française des munitions, permet de réaliser cette condition : il consiste à fixer les

Digitized by Google

détonateurs dans des trous percés dans une feuille de carton de mêmes dimensions que la boîte et placée à hauteur des opercules, et à munir le fond et le couvercle de la boîte de plaques de feutre ou d'une matière analogue sur lesquelles viennent appuyer légèrement les extrémités des détonateurs.

Rapport n° 97. — *Sur une demande d'importation d'un nouveau type de dynamite présenté par M. Faille.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur M. Biju-Duval.)

Par dépêche du 11 juillet 1895, le ministre de la guerre a soumis à l'examen de la commission une demande présentée par M. Faille, à l'effet d'être autorisé à fabriquer à l'usine belge de Matagne et à importer en France un nouveau type de dynamite gélatinée à base active, type G.

La dynamite a été soumise aux excès d'exsudation par l'influence de l'humidité, de la chaleur et de la pression, et la commission estime que la fabrication et l'importation de ce type peuvent être autorisées.

II. — Revue des travaux effectués pendant l'année 1895.

La plupart des études nouvelles, soumises à la commission en 1895, sont terminées par des rapports dont l'analyse a été donnée plus haut.

Les études antérieures, d'ordre général concernant le mode d'épreuve des matières explosives, n'ont donné lieu, au cours de l'année, à aucune expérience importante.

ÉTUDE N° 100.

Conditions d'établissement des dynamitières souterraines.

Les essais effectués pendant l'année 1895 ont eu principalement pour but de préciser les conditions de construction et de résis-

Digitized by Google

tance des dispositifs d'obturation destinés à isoler, en cas d'explosion, une dynamitière du reste des travaux.

D'autre part, le comité des houillères de France et la compagnie de Blanzy ont fait connaître au ministre de la guerre qu'ils étaient disposés à entreprendre, sous le contrôle technique de la Commission des substances explosives, les expériences en grand qu'elle jugeait nécessaires pour permettre de se prononcer sur l'efficacité des dispositifs qu'elle avait étudiés dans des expériences restreintes. Ces expériences ont eu lieu à Montceau-les-Mines, le 21 décembre 1895.

La dynamitière établie par les soins de la compagnie de Blanzy, conformément aux dispositions précédemment admises par la commission, renfermait 500^{kg} de dynamite en caisses disposées dans une première galerie, de 10^{m} de longueur et 5^{mq} de section, de façon à réaliser la densité de chargement de $\frac{1}{100}$.

Le système obturateur, disposé dans une deuxième galerie d'accès perpendiculaire à la première, se composait d'un tampon de $1^{m},50$ de diamètre et de $1^{m},50$ de longueur, formé, sur les $\frac{2}{3}$ de son épaisseur, de feuilles de carton et, sur $\frac{1}{3}$, de panneaux de bois simplement cloués les uns sur les autres, de façon à former une masse cylindrique. Ce tampon est susceptible d'obturer la galerie d'accès de la dynamitière, en venant s'appliquer sur un siège formé par un massif de béton renforcé par des armatures métalliques.

La galerie d'accès, de 50^{m} de longueur, débouchait dans le fond d'une carrière à ciel ouvert. L'épaisseur de la couche, au-dessus de la chambre à explosif, était de 20^{m} de terrains schisteux.

L'explosion de la charge, provoquée par l'amorce au fulminate, n'a donné lieu qu'à une trépidation sourde, sans projection ni chasse gazeuse apparente par la galerie d'accès; le fonctionnement du tampon de $1^{m},50$ de diamètre a été tout à fait analogue à celui qui avait été observé par la commission, dans ses essais antérieurs, sur des tampons de même nature et d'un diamètre six fois moindre. Les couches externes du tampon sont seules arrachées dans leur partie centrale par inertie au moment du choc. Des projections de matériaux légers se sont étendues sur quelques mètres de la galerie et n'ont déterminé le déplacement, ni des cadres de

Digitized by Google

boisage, ni des objets tels que wagonnets, planchettes, qui avaient été disposés dans cette galerie ou à sa sortie.

Dans la même séance du 21 décembre 1895, la commission a pu effectuer des expériences, d'une autre nature, concernant les dangers que comporteraient, en cas d'explosion, des dynamitières superficielles, enterrées à des profondeurs relativement faibles, pour lesquelles les charges fonctionnent comme fourneaux de mine avec des effets extérieurs de projection plus ou moins atténués. Ces expériences ont porté sur des charges de 50^{kg} et de 200^{kg} de dynamite : elles sont encore incomplètes; mais les premiers résultats obtenus tendent à montrer qu'il est possible de réaliser, d'une façon simple, des dépôts de dynamite de cette nature présentant une sécurité, pour le voisinage, très supérieure à celle qui résulte des dispositions généralement admises aujourd'hui pour les dynamitières à l'air libre.

ÉTUDE N° 111.

Classification, au point de vue du transport, des picro-crésylates d'ammoniaque et des explosifs de mine du type C.

Cette étude comporte l'examen des propriétés explosives du picrate d'ammoniaque, du picro-crésylate d'ammoniaque et de leur mélange, ainsi que des poudres de mine formées de nitrates de soude ou d'ammoniaque associés à ces produits sous la dénomination *Explosifs type* C.

Les essais sont en cours.

ÉTUDE N° 113.

Classement du nitrite d'ammoniaque, au point de vue du transport par chemins de fer.

La commission a terminé les études relatives à ce produit, dont le seul danger en cours de transport résulte de dégagements gazeux susceptibles de provoquer la rupture de récipients étanches.

Digitized by Google

La commission est d'avis de classer le nitrite d'ammoniaque en quatrième catégorie, pour permettre aux compagnies de transport d'exiger des fabricants un dispositif de fermeture spécial, susceptible de céder avant la rupture du récipient.

ÉTUDE N° 115.

Examen d'une demande formée par la Société générale pour la fabrication de la dynamite.

Les expériences sont terminées et un rapport sera prochainement établi par la commission.

Paris, le 13 février 1896.

Vu :

Pour le président, empêché :
Le vice-président de la première section,
E. SARRAU.

Le secrétaire,
P. VIEILLE.

ANNEXE.

CHANGEMENTS SURVENUS DANS LE PERSONNEL DE LA COMMISSION PENDANT L'ANNÉE 1895.

Par décision ministérielle du 18 janvier 1895, M. le capitaine Bertrand, chef du service des poudres, munitions, artifices et explosifs à la section technique de l'artillerie, a été nommé membre adjoint de la commission, en remplacement de M. le capitaine Louis, de la même arme, changé de résidence.

Par décision ministérielle du 4 octobre 1895, M. le capitaine Raffaëlli, attaché à la section technique de l'artillerie, a été nommé membre adjoint de la commission, en remplacement de M. le chef d'escadron Lardillon, de la même arme, changé de résidence.

Par décision ministérielle du 30 octobre 1895, M. le chef d'escadron d'artillerie de la marine Gerbault, attaché à la direction de l'artillerie de la marine, à Paris, a été nommé membre adjoint de la commission, en

Digitized by Google

remplacement de M. le chef d'escadron Bonnier, de la même arme, parti pour les colonies.

En conséquence, l'état de la commission, au 31 décembre 1895, est le suivant :

MM. BERTHELOT, membre titulaire, président;
SARRAU, membre titulaire, vice-président;
MORIN, membre titulaire, vice-président;
LEHERLE, membre titulaire, vice-président;
CASTAN, membre titulaire;
CORNU, membre titulaire;
HAFFEN, membre titulaire;
VIEILLE, membre titulaire, secrétaire;

BERTRAND (commandant), membre adjoint;
BERTRAND (Capitaine), membre adjoint;
BIJU-DUVAL, membre adjoint;
DÉSORTIAUX, membre adjoint;
GERBAULT, membre adjoint;
LIOUVILLE, membre adjoint;
POUTET, membre adjoint;
RAFFAËLLI, membre adjoint;
LEDOUX, membre adjoint et temporaire;
LE CHATELIER, membre adjoint et temporaire;
CHESNEAU, membre adjoint et temporaire.

Digitized by Google

COMMISSION DE FABRICATION DES POUDRES.

ÉTUDE

SUR LA

DÉTERMINATION DES MAXIMUMS DE PRESSION

DANS LES ARMES DE CHASSE;

PAR

M. VIEILLE,

ingénieur en chef des poudres et salpêtres.

Par dépêche du 26 novembre 1894, n° 7787, le ministre de la guerre a prescrit à la Commission de fabrication des poudres d'entreprendre des expériences destinées à préciser le mode de fonctionnement des poudres pyroxylées dans les armes de chasse de divers calibres.

Suivant le désir exprimé par la chambre syndicale de Saint-Étienne, ces expériences devaient faire connaître les charges des poudres pyroxylées qui donnent des pressions de 1100^{kg} à 1200^{kg} dans des cartouches de 65^{mm} et de 80^{mm} de longueur pour les calibres n^{os} 12, 14, 16, 20, 24. La chambre de commerce demandait également de déterminer la valeur des pressions maxima que produiraient ces poudres en mettant dans les cartouches de 65^{mm} et 80^{mm} de longueur les charges les plus fortes que l'on pourrait y faire entrer tant en poudre pyroxylée qu'en plomb, cette donnée devant servir de base à l'établissement d'une épreuve supérieure des armes finies.

Le présent rapport renferme les résultats obtenus dans les ex-

Digitized by Google

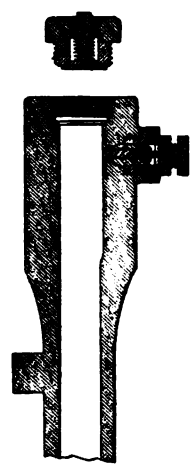
périences entreprises au Laboratoire central des poudres et salpêtres.

Organisation des expériences. — La commission disposait de trois armes munies d'appareils de mesure des pressions des calibres 12, 16 et 20. Elle a pensé qu'il y avait lieu de borner ses essais à l'étude de ces trois calibres, dans lesquels le mode de fonctionnement des poudres pyroxylées devait être considéré comme identique à celui qui correspondrait aux calibres voisins 14 et 24.

Les recherches ont porté sur la détermination des pressions maxima réalisables dans ces armes à l'aide des poudres pyroxylées S n° 1, S n° 2, J n° 1, J n° 2 et de la poudre noire dite *poudre de chasse spéciale* (anciennement extrafine), ces poudres étant tirées dans les cartouches de 65^{mm} et de 80^{mm}.

Nature des armes. Appareil crusher. — Les armes expéri-

Fig. 1.



mentées par la commission étaient des armes d'expériences dont le croquis (*fig.* 1) donne les dispositions : elles présentent le tracé intérieur des fusils de chasse chambrés pour des cartouches de 65^{mm}. Extérieurement elles ont la forme d'un tube très étoffé à l'arrière et fermé par un tampon à vis renfermant le dispositif de la percussion centrale. Vers le milieu de la chambre se trouve

Digitized by Google

placé l'appareil crusher. Cet appareil ne diffère de l'appareil pour fusil réglementaire dans les commissions de la guerre que par la section du piston qui est portée de 15^{mm^2} à 20^{mm^2}. Les cylindres de cuivre sont les cylindres réglementaires de $4^{mm},90$ de hauteur et de 3^{mm} de diamètre. Les pressions sont évaluées au moyen de la table de tarage réglementaire.

Le tir des douilles de 65^{mm} n'a présenté aucune difficulté, les chambres des armes correspondant à ces dimensions.

Les douilles de 80^{mm} n'auraient pu être tirées dans ces tubes sans un chambrage nouveau qui eût présenté le double inconvénient de retarder les essais et de modifier les propriétés balistiques des armes d'un emploi courant au laboratoire des Poudres. On s'est contenté de déterminer par expérience quelles étaient les proportions de poudre et de plomb susceptibles d'être introduites dans des douilles de 80^{mm} de longueur correspondant à chaque calibre. La charge de poudre ainsi obtenue était introduite dans une douille de 65^{mm} avec la bourre, et la charge de plomb était versée par la bouche du fusil et surmontée de la rondelle en carton normale enfoncée à frottement doux avec la baguette.

Il résulte des renseignements qui nous ont été fournis par M. Gastinne-Renette que cette disposition ne saurait modifier sensiblement les résultats balistiques.

Choix des charges. — Il ne paraît pas possible de prévoir quelles sont les proportions relatives de poudre et de plomb assurant le remplissage de la douille qui conduisent à la pression maximum.

Par suite, pour chaque arme et pour chaque longueur de douille, on a effectué le tir à diverses charges en faisant varier d'une façon complémentaire le volume de la poudre et du plomb. On arrive ainsi à déterminer expérimentalement le chargement donnant les pressions maximums.

Pour se placer dans les conditions les plus défavorables de la pratique et porter les charges au maximum on a réduit au minimum l'épaisseur de la bourre (une seule bourre mince) et la longueur de sertissage (2^{mm}). Chaque tir comportait 5 coups avec mesure des vitesses et des pressions.

La détermination des charges de plomb et de poudre occupant

Digitized by Google

le même volume dans les diverses douilles pouvait se faire de diverses manières, soit en évaluant expérimentalement cette charge dans chaque cas particulier comme un chasseur serait amené à le faire, en conservant les écarts qui peuvent résulter de la hauteur des bourres ou du tassement, soit en adoptant un rapport uniforme pour chaque explosif entre le poids de poudre et de plomb occupant le même volume.

Des séries ont été effectuées concurremment par les deux méthodes : elles fournissent en général des résultats très voisins et permettent de se rendre compte des variations accidentelles résultant de semblables mesures.

Les tableaux suivants résument les résultats des essais dans les trois calibres.

Digitized by Google

CALIBRE 12.

Douilles de 65mm de longueur. — Tir de 5 coups à chaque charge.

NATURE DES POUDRES.	CHARGE de poudre.	CHARGE de plomb.	VITESSE à 18m.	ÉCART moyen.	PRESSION moyenne en kilogrammes par centimètre carré.	MAXIMUM observé.
	gr	gr	m		kg	
	3,50	46	220,9	6,0	367	426
J. N° 1.	4,60	36	275,0	2,4	**418**	443
20 novembre 1894. — 14°.	5,40	26	306,1	4,2	394	**460**
	6,30	16	341,6	1,6	405	452
	3,40	46	258,0	1,4	**516,4**	**574**
J. N° 2.	4,50	36	310,8	9,8	510,4	535
20 novembre 1894. — 14°.	5,30	26	334,0	24,0	451,4	486
	6,20	16	370,0	19,8	446,6	535
	2,70	46	224,4	15,0	491,4	566
S. N° 1.	3,50	36	307,3	15,6	659,2	713
22 novembre 1894. — 12°.	4,30	26	351,7	4,8	**760,8**	**845**
	5,20	16	346,2	23,8	647,6	692
	2,50	46	220,0	3,4	585,2	618
S. N° 2.	3,40	36	295,0	8,4	717,4	747
22 novembre 1894. — 12°.	4,20	26	336,7	9,8	**754,2**	813
	5,10	16	358,5	31,8	679,6	**903**
22 novembre 1894.	4,70	46	248,7	2,0	785,8	824
Chasse spéciale.	6,40	36	301,6	0,4	**878,6**	**920**
Extrafine.	8,20	26	348,3	3,6	854,8	873
1re série.	9,70	16	357,6	26,8	716,0	720
18 mars 1895. — 2e série.	4,70	46	252,5	8,2	740,4	775
(Corrélation rigoureuse entre	6,30	36	299,7	2,2	**872,8**	**903**
les charges de plomb et de	7,90	26	341,7	2,0	826,8	837
poudre occupant le même volume).	9,50	16	367,5	18,4	751,0	760

Digitized by Google

CALIBRE 16.

Douilles de 65mm de longueur. — Tir de 5 coups à chaque charge.

NATURE DES POUDRES.	CHARGE de poudre.	CHARGE de plomb.	VITESSE à 15m.	ÉCART moyen.	PRESSION moyenne en kilogrammes par centimètre carré.	MAXIMUM observé.
	gr	gr	m		kg	
	2,80	40	225,7	1,6	477,6	500
J. N° 1.	3,80	30	1er tir. 278,8	0,8	530,8	**584**
15-16 novembre 1894. — 14°.			2e tir. 280,2	2,2	533,6	556
	4,90	20	328,1	3,2	**544,8**	570
	5,75	10	372,0	31,2	472,0	514
	2,70	40	253,6	5,6	621,6	638
J. N° 2.	3,70	30	303,0	3,2	718,0	741
15-16 novembre 1894. — 14°.	4,80	20	373,3	9,6	**740,2**	**802**
	5,65	10	399,2	40,2	658,4	716
	2,20	40	244,2	18,6	737,8	814
S. N° 1.	3,00	30	292,0	6,0	933,6	960
15-16 novembre 1894. — 14°.	3,90	20	382,6	10,5	**1114,4**	**1291**
	4,60	10	396,0	65,6	611,6	728
	2,15	40	241,8	11,0	770,4	802
S. N° 2.	2,85	30	286,0	6,8	859,8	938
15-16 novembre 1894. — 14°.	3,65	20	372,0	8,2	**1040,8**	**1179**
	4,40	10	410,4	53,8	712,4	766
	4,00	40	243,8	2,0	891,6	927
Chasse spéciale.	5,45	30	299,0	2,8	**960.0**	**982**
19 novembre 1894. — 13°,2.	7,20	20	358,8	4,0	889,2	927
	8,50	10	420,0	13,2	715,4	753

Digitized by Google

CALIBRE 20.

Douilles de 65mm de longueur. — Tir de 5 coups à chaque charge.

NATURE DES POUDRES.	CHARGE de poudre.	CHARGE de plomb.	VITESSE à 15m.	ÉCART moyen.	PRESSION moyenne en kilogrammes par centimètre carré.	MAXIMUM observé.
	gr	gr	m		kg	
	2,60	36	232,9	3,8	561,6	584
J. N° 1.	3,70	26	290,9	8,6	**715,4**	**741**
14 décembre 1894. — 10°,5.	4,60	16	331,6	4,4	682,0	728
	5,30	6	397,4	28,6	533,6	556
	2,40	36	254,8	3,8	684,2	728
J. N° 2.	3,50	26	305,0	5,0	**793,8**	849
14 décembre 1894. — 10°,5.	4,40	16	376,0	12,4	793,4	**905**
	5,20	6	390,8	44,8	599,8	651
	1,90	36	225,3	5,6	774,4	949
S. N° 1.	2,80	26	308,4	1,6	1214,2	1263
15 décembre 1894. — 11°,5.	3,70	16	415,1	4,0	**1428,8**	**1493**
	4,60	6	433,2	48,4	836,6	1140
	1,80	36	228,2	10,6	722,4	802
S. N° 2.	2,70	26	302,2	4,2	1045,6	1058
15 décembre 1894. — 11°,5.	3,60	16	413,1	2,4	**1426,4**	**1569**
	4,50	6	438,5	34,6	614,2	753
	3,70	36	257,1	1,6	882,6	916
Chasse spéciale.	5,40	26	321,5	3,6	**984,2**	**1026**
15 décembre 1894. — 11°,5.	7,00	16	381,3	4,4	868,8	971
	8,50	6	460,7	14,2	715,4	753

Digitized by Google

CALIBRE 12.

Douilles de 80mm de longueur. — Tir de 5 coups à chaque charge.

NATURE DES POUDRES.	CHARGE de poudre.		CHARGE de plomb.	VITESSE à 15m.		ÉCART MOYEN.		PRESSION moyenne en kilogrammes par centimètre carré.		MAXIMUM observé.	
	1re série.	2e série (1).		1re série.	2e série (1).	1re série.	2e série (1).	1re série.	2e série (1).	1re série.	2e série (1).
	gr	gr	gr	m	m			kg	kg		
J. N° 1.	6,60	6,50	46	311,0	304,7	10,6	13,6	**614,8**	586,6	**644**	**640**
1re série : 19 décembre 1894. — 11°,5.	7,30	7,50	36	331,7	333,2	18,8	4,4	559,2	**625,2**	611	662
2e série : 19 mars 1895. — 13°.	8,50	8,50	26	344,6	358,4	22,0	17,2	475,2	514,4	644	**618**
J. N° 2.	6,50	6,40	46	322,5	330,3	3,4	13,2	**777,4**	805,4	830	849
1re série : 4 janvier 1895. — 8°,5.	7,20	7,40	36	332,5	361,0	10,0	1,2	654,0	**908,4**	824	**926**
2e série : 19 mars 1895. — 13°.	8,40	8,40	26	364,7	418,0	29,6	7,0	618,8	900,0	849	914
S. N° 1.	4,80	4,80	46	356,2	314,6	30,0	9,0	888,8	976,4	1064	1102
1re série : 4 janvier 1895. — 8°,5.	5,80	5,60	36	351,8	367,3	8,2	8,8	865,2	**1070,8**	908	**1215**
2e série : 19 mars 1895. — 13°.	6,80	6,40	26	389,0	410,3	19,8	10,8	**1014,8**	958,0	**1328**	1091
S. N° 2.	4,50	4,60	46	312,8	340,7	16,0	15,8	850,6	**1105,4**	1042	1257
1re série : 4 janvier 1895. — 8°,5.	5,50	5,40	36	381,1	357,5	21,2	10,8	1008,8	1095,0	1108	**1282**
2e série : 19 mars 1895. — 13°.	6,50	6,20	26	430,0	407,0	16,2	11,6	**1307,2**	1025,4	**1508**	1175
Chasse spéciale.	10,0	10,0	46	320,0	321,0	1,6	2,6	**1010,4**	1025	1030	**1096**
1re série : 19 décembre 1894. — 11°,5.	12,0	11,60	36	362,0	356,8	4,4	5,4	1009,6	**1034**	**1054**	1076
2e série : 19 mars 1895. — 13°.	13,3	13,2	26	395,7	394,7	4,2	9,8	972,4	959	990	1030

(1) Dans les tirs de la 2e série on a établi la corrélation rigoureuse des charges de plomb et de poudre occupant le même volume.

Digitized by Google

Calibre 16.

Chargement correspondant aux douilles de 80mm. — Tir de 5 coups à chaque charge.

NATURE DES POUDRES.	CHARGE de poudre. 1re série.	CHARGE de poudre. 2e série (1).	CHARGE de plomb.	VITESSE à 15m. 1re série.	VITESSE à 15m. 2e série (1).	ÉCART MOYEN. 1re série.	ÉCART MOYEN. 2e série (1).	PRESSION moyenne en kilogrammes par centimètre carré. 1re série.	PRESSION moyenne en kilogrammes par centimètre carré. 2e série (1).	MAXIMUM observé. 1re série.	MAXIMUM observé. 2e série (1).
	gr	gr	gr	m	m			kg	kg		
J. N° 1.	5,80	5,50	40	308,4	304,3	3,2	3,6	801,0	880,6	837	916
1re série : 20 décembre 1894. — 10°,5.	6,80	6,50	30	355,4	352,1	3,4	2,2	871,6	909,4	849	971
2e série : 20 mars 1895. — 13°.	8,00	7,50	20	424,8	403,5	3,2	2,6	**957,9**	**935,8**	**1026**	**982**
J. N° 2.	5,50	5,40	40	338,0	328,8	10,2	3,8	1119,4	1176,6	1179	1236
1re série : 20 décembre 1894. — 10°,5.	6,20	6,40	30	375,4	383,4	2,2	3,2	1166,4	1288,6	1226	1345
2e série : 20 mars 1895. — 13°.	7,90	7,40	20	488,0	447,7	8,8	20,0	**1625,2**	**1390,4**	1745	1450
S. 1.	4,30		40	352,0		12,0		1607,2		1712	
22 décembre 1894. — 11°.	5,00		30	405,0		2,0		2015		**2217**	
	6,00		20	498,9				**4000**			
S. N° 2.											
18 décembre 1894. — 11°.	4,20		40	343,6		3,4		**1687,8**		**1787**	
Chasse spéciale.	9,00	8,20	40	324,6	308,0	1,8	2,6	**1193,8**	1191,8	**1226**	**1226**
1re série : 18 décembre 1894. — 11°.	10,00	9,80	30	358,6	354,3	3,8	3,6	1165,2	**1242,4**	1198	1226
2e série : 12 mars 1895. — 12°,5.	11,50	11,40	20	411,9	419,0	4,0	5,2	1099,4	1158,2	1150	1217

(1) **Dans les tirs de la 2e série on a établi la corrélation rigoureuse des charges de plomb et de poudre occupant le même volume.**

Digitized by Google

CALIBRE 20.

Chargement correspondant aux douilles de 80mm.
Tir de 5 coups à chaque charge.

NATURE DES POUDRES.	CHARGE de poudre.	CHARGE de plomb.	VITESSE à 15m.	ÉCART moyen.	PRESSION moyenne en kilogrammes par centimètre carré.	MAXIMUM observé.
	gr	gr	m		kg	
J. N° 1.	4,70	36	298,1	5,4	922,4	982
	5,70	26	354,6	8,6	1040,8	1079
22 mars 1895. — 13°.	6,70	16	429,2	4,2	1053,6	1053
J. N° 2.	4,60	36	321,9	4,8	1153,4	1207
	5,60	26	387,1	7,2	1323,6	1380
22 mars 1895. — 13°.	6,60	16	479,0	4,8	1516,4	1585
Chasse spéciale.	7,00	36	318,5	12,0	1250,2	1273
	8,60	26	365,0	3,2	1244,6	1191
22 mars 1895. — 13°.	10,20	16	409,7	7,0	1092,8	1160

Les tableaux suivants rapprochent les conditions de chargement donnant dans les divers calibres et dans les douilles de 65mm et de 80mm les pressions maxima réalisables avec les poudres pyroxylées et la poudre de chasse noire spéciale.

Digitized by Google

DOUILLES DE 65mm.

N°s des calibres.	NATURE de la poudre.	CHARGES de poudre.	CHARGES de plomb.	PRESSIONS.
				kg
Calibre 12.	Poudre J n° 1...	4gr,60 à 6gr,30	36gr à 16gr	400
	» n° 2...	3gr,40 à 4gr,50	46gr à 30gr	510
	Poudre S n° 1...	4gr,30	26gr	760
	» n° 2...	4gr,20	26gr	760
	Poudre spéciale...	6gr,30	36gr	870
Calibre 16.	Poudre J n° 1...	3gr,30 à 4gr,90	30gr à 20gr	540
	» n° 2...	4gr,80	20gr	740
	Poudre S n° 1...	3gr,90	20gr	1110
	» n° 2...	3gr,65	20gr	1040
	Poudre spéciale...	5gr,45	30gr	960
Calibre 20.	Poudre J n° 1...	3gr,70	26gr	715
	» n° 2...	3gr,50	26gr	790
	Poudre S n° 1...	3gr,70	16gr	1430
	» n° 2...	3gr,60	16gr	1430
	Poudre spéciale...	5gr,40	26gr	980

Ce tableau donne lieu aux remarques suivantes :

1° Dans des douilles de même longueur, 65mm, les pressions maxima pour toutes les poudres croissent à mesure que le calibre diminue, c'est-à-dire que son numéro augmente.

2° Ces pressions croissent beaucoup plus vite avec la diminution du calibre pour les poudres pyroxylées que pour la poudre de chasse noire extrafine. Tandis que, pour la poudre noire, les pressions maxima varient de $\frac{1}{8}$ environ de leur valeur, en passant du calibre 12 au calibre 20, pour les poudres pyroxylées les pressions maxima sont sensiblement doublées. Il en résulte que le classement de ces poudres, au point de vue de la sécurité d'emploi, dépend du calibre dans lequel on les considère. Ainsi, dans le calibre 12, les quatre poudres pyroxylées donnent des pressions maxima inférieures à celles que fournit la poudre noire.

Dans le calibre 16, les pressions des poudres S n° 1 et S n° 2 dépassent légèrement celles de la poudre noire. Enfin, dans le calibre 20, cet excès s'élève à 450kg.

3° Dans tous les calibres expérimentés, les poudres J n° 1,

Digitized by Google

J n° 2 fournissent des pressions inférieures à celles de la poudre noire extrafine, mais se rapprochant progressivement des pressions de cette dernière poudre lorsque le calibre diminue. Ces trois poudres ne peuvent en aucun cas donner des pressions supérieures à 1000^{kg}.

4° Les poudres S n° 1, S n° 2 ne permettent à aucune charge d'atteindre dans le calibre 12 les pressions de 1100^{kg} à 1200^{kg} visées par la chambre de commerce.

Dans le calibre 16, ces pressions sont atteintes à la limite et comme maximum aux charges respectives de $3^{gr},90$ et $3^{gr},65$ avec 20^{gr} de plomb.

Dans le calibre 20, les poudres S n° 1 et S n° 2 donnent des pressions de 1100^{kg} à 1200^{kg} aux charges respectives de $2^{gr},80$ et $2^{gr},70$ avec 26^{gr} de plomb; mais les pressions maxima réalisables sont notablement supérieures et peuvent dépasser 1400^{kg}.

DOUILLES DE 80^{mm}.

N°s des calibres.	NATURE de la poudre.	CHARGES de poudre.	CHARGES de plomb.	PRESSIONS.
				kg
Calibre 12.	Poudre J n° 1...	$6^{gr},50$ à $7^{gr},50$	46^{gr} à 36^{gr}	620
	» n° 2...	$7^{gr},40$	36^{gr}	910
	Poudre S n° 1...	$5^{gr},60$	36^{gr}	1070
	» n° 2...	$5^{gr},40$	36^{gr}	1100
	Chasse spéciale...	10^{gr} à $13^{gr},20$	46^{gr} à 26^{gr}	1020
Calibre 16.	Poudre J n° 1...	$7^{gr},50$	20^{gr}	940
	» n° 2...	$7^{gr},40$	20^{gr}	1390
	Poudre S n° 1...	$6^{gr},00$	20^{gr}	sup. à 4000
	» n° 2...	$6^{gr},00$	20^{gr}	id.
	Chasse spéciale...	$9^{gr},00$	40^{gr}	1190
Calibre 20.	Poudre J n° 1...	$6^{gr},70$	16^{gr}	1050
	» n° 2...	$6^{gr},60$	16^{gr}	1520
	Chasse spéciale...	7^{gr} à $8^{gr},60$	36^{gr} à 26^{gr}	1250

Les résultats obtenus avec les douilles de 80^{mm} conduisent à des remarques de même ordre que celles qui ont été présentées dans la discussion des résultats fournis par les douilles de 65^{mm}. Mais les différences de fonctionnement des poudres pyroxylées et de la

Digitized by Google

poudre noire s'exagèrent sous les pressions plus élevées résultant de l'accroissement des charges.

Les pressions maxima croissent pour toutes les poudres à mesure que le calibre diminue ; mais, tandis que les pressions maxima fournies par la poudre noire dans les divers calibres ne subissent que des variations très faibles, lorsqu'on passe du calibre 12 au calibre 20, pour les poudres pyroxylées, ces pressions maxima subissent des accroissements considérables et atteignent dès le calibre 16 des valeurs incompatibles avec un fonctionnement régulier des armes au moins pour les poudres S n° 1 et S n° 2.

Dans le calibre 12, tandis qu'avec les douilles de 65^{mm} les quatre poudres pyroxylées donnaient des pressions maxima franchement inférieures à celles de la poudre noire, avec les douilles de 80^{mm} les poudres J n° 1 et J n° 2 seules fonctionnent comme plus lentes que la poudre noire; les poudres S n° 1 et S n° 2 atteignent ou dépassent légèrement les pressions de la poudre extrafine. Ces pressions ne dépassent pas toutefois 1100^{kg} et la poudre S n° 2 paraît seule susceptible de fournir, dans ce calibre à la limite et comme maximum à la charge de 5^{gr},40 avec 36^{gr} de plomb, les pressions de 1100^{kg} à 1200^{kg} visées par la Chambre de commerce.

Dans le calibre 16, la poudre J n° 1 fonctionne seule comme plus lente que la poudre noire et ne permet pas d'atteindre les pressions de 1100^{kg} à 1200^{kg}. La poudre de chasse extrafine permet, au contraire, d'obtenir d'une façon très régulière et presque indépendante du mode de chargement, dans les limites de 40^{gr} à 20^{gr} de charge de plomb et de 9^{gr} à 11^{gr},50 de poudre, des pressions comprises entre 1100^{kg} et 1200^{kg}.

La poudre J n° 2, un peu plus vive que la poudre extrafine dans ce calibre 16 et dans ces douilles de 80^{mm}, peut fournir également des pressions de 1100^{kgr} à 1200^{kg} à la charge de 5^{gr},40 avec 40^{gr} de plomb.

Enfin, les poudres S n° 1 et S n° 2 ont fourni, dès les faibles charges, des pressions excessives qui paraissent indiquer qu'elles doivent être absolument proscrites pour le tir normal des douilles de 80^{mm} dans le calibre 16 et *a fortiori* dans tous les calibres inférieurs.

En résumé, lorsqu'on tire, dans des armes de chasse de divers

Digitized by Google

calibres, des douilles de même longueur, ce qui est le cas de la pratique, c'est dans les petits calibres que les pressions maxima réalisables sont les plus fortes. C'est donc dans les petits calibres que l'emploi des poudres lentes doit être recommandé. Cette conclusion peut sembler à première vue en contradiction avec la loi générale de similitude qui conduit à attribuer les poudres les plus vives aux plus petits calibres : cette anomalie résulte de ce que la similitude des chargements n'est pas conservée dans les armes de chasse, puisque la pratique a conduit à adopter pour les diverses armes des douilles de longueur constante.

C'est ainsi que dans le calibre 12 les quatre poudres pyroxylées, de même que la poudre de chasse extrafine, peuvent être tirées à des charges quelconques et dans toutes les douilles, jusqu'à 80^{mm} de longueur, sans que la pression maximum moyenne dépasse 1100^{kg}.

Dans le calibre 16, les quatre poudres pyroxylées peuvent être tirées à toute charge dans les douilles de 65^{mm}, sans dépasser cette pression maximum de 1100^{kg}; mais dans les douilles de 80^{mm}, la poudre J n° 1 permet seule de ne pas dépasser cette limite, l'extrafine atteignant 1200^{kg}, et les poudres S n° 1 et S n° 2 étant susceptibles de fournir des pressions excessives de l'ordre de 4000^{kg}.

Dans le calibre 20, les poudres J n° 1 et J n° 2 permettent seules, avec la poudre extrafine *dans les douilles de* 65^{mm}, de ne pas dépasser la pression de 1100^{kg}, les poudres S n° 1 et S n° 2 sont déjà trop vives pour ces douilles de longueur minimum. Dans les douilles de 80^{mm}, la poudre J satisfait encore strictement à la condition de ne pas dépasser cette pression limite, quelle que soit la charge.

Il y a lieu de remarquer que les conclusions qui précèdent ne doivent pas être limitées aux cas des chargements maxima réalisés dans cette étude. Lorsqu'on cherche à obtenir dans les calibres 12, 16 et 20 une même vitesse normale de 260^{m}, avec les charges de plomb usuelles de 36^{gr}, 30^{gr} et 26^{gr} de plomb, on constate également que les pressions croissent au fur et à mesure que le calibre diminue, c'est-à-dire que son numéro augmente. Cette loi de variation des pressions correspond donc à la fois aux conditions normales et extrêmes de la pratique, et doit conduire, pour assurer

Digitized by Google

l'identité de fonctionnement balistique, à affecter les poudres les plus lentes aux calibres les plus faibles.

Cette conclusion n'implique pas que les poudres vives doivent être prohibées dans les calibres les plus faibles, tels que le calibre 20, puisque, aux charges normales, ces poudres vives donnent encore dans ces armes des pressions acceptables, et que le tireur peut trouver des avantages de prix et de commodité dans l'emploi des faibles charges; mais alors il importe de ne pas oublier que ces poudres vives conviennent, *a fortiori,* au tir des calibres supérieurs 16 et 12, puisqu'elles permettent d'en obtenir les mêmes vitesses avec des pressions moindres.

Paris, le 22 mars 1895.

Le rapporteur,
P. VIEILLE.

Adopté par la Commission de fabrication des poudres, dans sa séance du 22 mars 1895.

Le président,
CH. ARNOULD.

Le secrétaire,
E. DÉSORTIAUX.

Digitized by Google

NOTE

SUR LA

FABRICATION DU BICHROMATE D'AMMONIAQUE

ET DU

NITRATE DE BARYTE

A LA RAFFINERIE NATIONALE DE LILLE,

PAR

M. LOISEAU,

Ingénieur des poudres et salpêtres.

L'emploi du bichromate d'ammoniaque dans la fabrication des poudres pyroxylées dites *poudre J,* et celui du nitrate de baryte dans la préparation des explosifs à base de nitro-naphtaline (1), ont conduit le service des poudres et salpêtres à s'assurer la production des quantités de ces deux corps qui sont nécessaires aux poudreries de Sevran et d'Esquerdes, dans des conditions satisfaisantes, au double point de vue de la qualité et du prix de revient.

Les formes sous lesquelles l'industrie produit en grand les sels d'acide chromique et les sels de baryte sont les bichromates de potasse ou de soude et le chlorure de baryum. Il y avait donc lieu de rechercher si l'État avait intérêt à fabriquer, à l'aide de ces matières premières industrielles, les produits qui lui étaient nécessaires, ou à se borner au raffinage des produits secondaires livrés par l'industrie. Les recherches entreprises par M. l'ingénieur en chef Morin ont montré que des méthodes simples, ne

(1) Explosif *d* du type N du décret du 17 août 1895.

Digitized by Google

nécessitant pas d'autre outillage que celui que possèdent actuellement les raffineries, permettaient d'obtenir avec une économie importante, par voie de fabrication directe, le bichromate d'ammoniaque et le nitrate de baryte primitivement demandés au commerce. Pour le bichromate d'ammoniaque notamment, le prix moyen des achats effectués en 1892 et 1893, pour des quantités de 5 tonnes environ, s'est élevé à $2^{fr},66$ le kilogramme, tandis que le prix de fabrication de la raffinerie de Lille, en 1894 et 1895, ne dépasse pas $1^{fr},78$.

I.

Bichromate d'ammoniaque.

Procédé de fabrication. — La méthode suivie pour la fabrication du bichromate d'ammoniaque présente une analogie complète avec le procédé de fabrication du salpêtre. Elle est fondée sur la réaction qui s'opère entre le bichromate de soude et le chlorhydrate d'ammoniaque lorsque ces corps sont mis en présence dans une dissolution aqueuse et concentrée portée à l'ébullition. En raison des différences de solubilité, il se forme du chlorure de sodium qui se précipite, et du bichromate d'ammoniaque qui reste dissous dans la liqueur décantée, mais dont il se sépare ensuite par refroidissement, la solubilité de ce corps s'abaissant de 422 pour 100 à l'ébullition, à 9 pour 100 à froid.

(*a*) Fabrication du bichromate brut.

Matières premières. — Le bichromate de soude et le chlorhydrate d'ammoniaque proviennent d'achat au commerce.

On emploie du bichromate cristallisé, d'une coloration nettement rouge hyacinthe, à l'exclusion du produit d'un ton jaunâtre qui s'y trouve souvent mélangé. Il absorbe aisément l'humidité de l'air, dont on doit le préserver soigneusement. Il renferme, outre des matières insolubles en faible proportion (0,20 pour 100), de l'acide sulfurique dont la présence tient au mode de préparation. Ce dernier corps reste dans les eaux mères; on les en débarrasse comme il sera dit plus loin.

Le bichromate de soude vaut $95^{fr},50$ les 100 kilogrammes.

Le chlorhydrate d'ammoniaque est le sel ammoniac commer-

Digitized by Google

cial, de la qualité dite *pour piles,* qui contient 1,50 pour 100 d'humidité; son prix est de 75^{fr} à 77^{fr} les 100 kilogrammes.

Dissolution des matières. — On opère dans une chaudière en fonte émaillée, de 200^{lit} de capacité, qui reçoit 160^{lit} d'eaux mères de fabrication provenant d'un travail antérieur. Pour éviter la formation du sesquioxyde de chrome, qui résulte du chauffage direct par les flammes du foyer, on dispose cette chaudière à l'intérieur d'une autre de 400^{lit} renfermant une dissolution de chlorure de calcium. La température du bain-marie est maintenue vers 115°.

On dissout d'abord 36^{kg},60 de sel ammoniac brut, puis 90^{kg} de bichromate de soude, sans tenir compte de la teneur en pur de ces matières. Le mélange est chauffé à l'ébullition pendant deux heures et agité fréquemment pour que la réaction soit complète; il marque 40° Baumé.

Décantation. — On diminue alors le feu pour provoquer le dépôt du chlorure de sodium et l'on décante la liqueur. A cet effet, le sel, relevé et égoutté, est transporté sur un filtre formé d'une caisse en bois à double fond garnie d'une toile; un bac en fonte émaillée est placé au-dessous et reçoit au préalable 55^{lit} d'eaux-mères de raffinage ou d'arrosage, c'est-à-dire saturées de bichromate d'ammoniaque et peu riches en sel marin.

La liqueur de la chaudière est versée sur le filtre et reçue dans le bac. L'addition d'eaux-mères a pour but d'empêcher la cristallisation d'une partie du sel marin au cours du refroidissement et de fournir, par suite, du bichromate plus pur. C'est exactement ce qui est pratiqué dans la fabrication du salpêtre brut.

Cristallisation et premier turbinage. — La dissolution se refroidit lentement en abandonnant le bichromate; on l'agite de temps à autre pour prévenir la formation de gros cristaux. Quand elle est parvenue à la température ambiante, on enlève le bichromate pour le passer une première fois dans une turbine essoreuse mue à bras.

Lavage et second turbinage. — On lave ensuite le bichromate à froid, avec des eaux-mères de raffinage ou d'arrosage, pour le débarrasser autant que possible du sel marin qu'il retient

Digitized by Google

encore. On l'essore une seconde fois et l'on obtient finalement 90^{kg} de bichromate d'ammoniaque brut, contenant environ 1,5 pour 100 de chlorure de sodium et 2 pour 100 de bichromate de soude.

Les eaux-mères de fabrication, les eaux de lavage et les eaux de turbinage sont réunies et servent à une nouvelle transformation ou au lavage du résidu salin.

Traitement du résidu salin. — Le sel marin resté sur la toile du filtre y subit, encore chaud, un premier lavage au moyen de 60^{lit} à 70^{lit} d'eaux-mères de fabrication, employées froides et allongées avec des eaux fournies par le second lavage. Celles-ci s'échauffent en traversant le résidu salin et lui enlèvent une notable partie du bichromate d'ammoniaque qu'il retient. Il est alors turbiné et ensuite trempé de nouveau avec 12^{lit} d'eau pure, dans le but de le débarrasser aussi complètement que possible du bichromate. Enfin, après un second et dernier essorage, il se présente sous l'aspect d'un résidu jaunâtre qui ne contient plus que 0,7 pour 100 de bichromate d'ammoniaque et qui est jeté de côté.

Les eaux du premier lavage et du turbinage qui le suit sont réunies aux eaux-mères de fabrication pour le travail ultérieur. Les eaux du trempage et de l'essorage final servent, a-t-on dit, au premier lavage de nouveaux résidus salins.

(*b*) Raffinage du bichromate brut.

Dissolution. — Dans une chaudière émaillée de 200^{lit}, chauffée au bain-marie de la manière qui a été déjà décrite, on verse 90^{lit} d'eau pure et l'on y fait dissoudre, peu à peu, 150^{kg} de bichromate d'ammoniaque brut provenant, soit de transformation, soit de l'évaporation des eaux restantes, dont on lira plus loin le mode de traitement. On laisse ensuite reposer une demi-heure pour faciliter l'éclaircissement de la liqueur et le dépôt de matières insolubles.

Cristallisation. — On décante ensuite la dissolution dans un bac en fonte émaillée, et on la laisse refroidir en l'agitant fréquemment. Le bichromate cristallise et on le relève à l'une des extrémités du bassin avec une écumoire émaillée.

Turbinage et arrosage. — Il subit alors un premier turbi-

Digitized by Google

nage, à la suite duquel il est arrosé avec un quart de son poids d'eau pure, qui est destinée à déplacer l'eau saturée de sel marin interposée entre les cristaux.

Essorage. — Le bichromate raffiné est enfin passé une dernière fois à la turbine essoreuse, d'où on le retire avec une humidité voisine de 4 pour 100. Il sèche d'ailleurs rapidement à l'air. Mais on ne pourrait le sécher complètement avec les moyens dont dispose la raffinerie, car il prend feu très facilement quand on le chauffe et se transforme en une masse très volumineuse de sesquioxyde de chrome vert.

Eaux de raffinage et d'arrosage. — Les eaux surnageantes du cristallisoir sont saturées à froid de bichromate, mais non de chlorure de sodium; aussi les utilise-t-on, comme on l'a vu, pour laver le bichromate brut et pour garnir le bac dans lequel on décante la chaudière de fabrication.

Les eaux d'arrosage et de turbinage ont le même emploi.

(*c*) Évaporation des eaux.

L'évaporation qui se produit au cours de la transformation et du raffinage ne suffit évidemment pas à éliminer la totalité des eaux pures introduites pour le trempage des résidus, l'arrosage du bichromate raffiné et le raffinage lui-même. On est donc obligé de concentrer les eaux à part pour recueillir les matières qu'elles tiennent en dissolution.

On opère dans une chaudière semblable à celle qui sert à la fabrication, qu'on alimente d'eaux mères pendant seize heures, en la maintenant à l'ébullition.

Le sel marin se dépose bientôt, tandis que la teneur de la dissolution en bichromate croît progressivement. En même temps, le degré aréométrique s'élève de 26° B à 36° B. Mais au delà de ce chiffre, le bichromate se précipiterait en même temps que le chlorure; on arrête donc l'ébullition et on laisse reposer la liqueur afin de favoriser le rassemblement du sel en suspension.

La décantation se fait exactement comme s'il s'agissait d'une chaudière de transformation, ainsi que le reste du travail. Le bichromate brut obtenu de cette manière est réuni au bichromate fourni par la fabrication directe pour être livré au raffinage.

Digitized by Google

Les eaux-mères, ramenées au volume que l'on peut conserver sans encombrement entre deux périodes de fabrication, sont analysées. On détermine ainsi : 1° s'il y a un excès d'un des corps composants, sel ammoniac ou bichromate de soude; 2° quelle est la teneur en acide sulfurique. D'après ce dernier résultat, on ajoute un poids convenable d'hydrate de baryte, et le précipité de sulfate de baryte qui se forme entraîne avec lui les diverses matières insolubles.

Lorsqu'on veut exécuter une nouvelle commande, les eaux-mères sont d'abord filtrées sur une chausse en feutre. On y ajoute ensuite, s'il y a lieu, une certaine proportion de l'un des composants, selon les indications de l'analyse; elles sont prêtes alors pour être utilisées comme il est dit au paragraphe (*a*).

(*d*) Prix de revient. Rendement.

Le bichromate d'ammoniaque obtenu par la méthode qui est exposée ci-dessus présente une pureté comparable à celle des produits livrés jusqu'à l'année dernière par le commerce. Il renferme environ 0,25 pour 100 de chlorure de sodium et autant de matières insolubles.

Son prix de revient, tel qu'il résulte de l'expérience de l'année dernière et de la fabrication de cette année, paraît devoir osciller entre 175^{fr} et 181^{fr} les 100^{kg}.

Le rendement industriel, calculé d'après les poids bruts de matières premières employées, est égal aux $\frac{9}{10}$ du rendement théorique; si l'on tient compte seulement des teneurs en pur, il s'élève aux $\frac{91}{100}$ du même rendement.

Observations. — Le bichromate attaque très rapidement les métaux; par conséquent, les divers récipients et ustensiles dont on fait usage doivent être émaillés. Le panier de l'essoreuse est en caoutchouc, avec armature intérieure en cuivre.

D'autre part, le bichromate d'ammoniaque exerce sur l'organisme une action nocive plus ou moins marquée, suivant le tempérament des ouvriers.

On ne doit pas le manipuler si l'on a des coupures ou des excoriations aux mains et aux avant-bras; sinon l'on s'expose à ce que ces plaies s'enveniment très gravement. Les ouvriers qui sont

Digitized by Google

affectés à la fabrication de ce produit mettent des gants en caoutchouc.

II.

Nitrate de baryte.

Procédé de fabrication. — La fabrication du nitrate de baryte est fondée sur la double décomposition qui s'opère entre le nitrate de soude et le chlorure de baryum, lorsque l'on met en présence des solutions aqueuses de ces corps concentrées et portées à l'ébullition, en raison de la différence de solubilité du nitrate de baryte et du chlorure de sodium. Celle du premier est de 35,18 pour 100 à la température de l'ébullition, et de 8,18 pour 100 à 15°; celle du sel marin varie seulement de 39,6 à 35,7 pour 100 entre ces mêmes températures. Si donc la quantité d'eau employée suffit pour maintenir en dissolution, après refroidissement, le chlorure produit par la réaction, le nitrate de baryte se déposera presque complètement.

(*a*) Fabrication du nitrate brut.

Matières premières. — Le nitrate de soude est pris dans les approvisionnements constitués pour la fabrication du salpêtre. Pour obtenir un produit parfaitement blanc, on doit choisir le nitrate de soude le moins souillé d'impuretés; sinon le nitrate de baryte offre toujours une très faible teinte rosée.

Le chlorure de baryum provenant d'achat au commerce est obtenu maintenant en grandes quantités dans l'industrie par le traitement au four à reverbère d'un mélange de sulfate de baryte, de chlorure de calcium et de charbon en poussier. Après lessivage du produit brut, on obtient, par évaporation, du chlorure de baryum cristallisé titrant de 90 à 92 pour 100 de pur, la différence consistant surtout en humidité.

Son prix est actuellement de 18^{fr} les 100^{kg}.

Dissolution des matières. — Dans une chaudière en fonte émaillée de 400^{lit} de capacité, on porte à l'ébullition 320^{lit} d'eau pure, ou mieux 330^{lit} d'eaux saturées de nitrate de baryte provenant d'opérations antérieures, et l'on y fait dissoudre une quantité de chlorure de baryum telle qu'elle renferme 165^{kg},60 de pur.

Digitized by Google

Dans une seconde chaudière renfermant 140^{lit} d'eau pure ou saturée de nitrate de baryte portée à l'ébullition, on fait dissoudre un poids de nitrate de soude correspondant à $135^{kg},40$ de pur.

Lorsque la fonte est terminée, on laisse reposer les liqueurs pendant une demi-heure, pour qu'elles s'éclaircissent, et on les écume avec soin.

Décantation, cristallisation et premier turbinage. — Elles sont alors décantées simultanément dans un bac en fonte émaillée, où elles sont mélangées intimement par une agitation prolongée. Immédiatement une partie du nitrate de baryte se dépose en très petits cristaux. On laisse refroidir en agitant de temps à autre. Le nitrate achève de se séparer de la solution sous forme de cristaux un peu plus gros. Il est enlevé pour être passé à la turbine essoreuse.

On obtient ainsi 260^{kg} environ de produit brut dont la teneur en chlorure de sodium varie suivant la nature des eaux dans lesquelles on a fait la fonte des matières premières. Avec de l'eau pure, cette teneur est de 1,5 pour 100 environ, et elle peut dépasser 8 pour 100 quand on s'est servi d'eaux-mères de fabrication, ce qui est d'ailleurs le cas le plus rare. Le nitrate brut renferme, en outre, du carbonate de baryte. Les eaux surnageantes, dites *eaux-mères de fabrication,* marquent 28° B. à 15° centigrades et retiennent 8 pour 100 environ de nitrate.

Lavage et second turbinage. — Lorsque la proportion de sel marin dépasse 4 pour 100, le nitrate brut doit être soumis à un lavage à froid avec environ un cinquième de son poids d'eaux-mères de raffinage. Il est ainsi ramené au taux ordinaire. Dans ce cas, il faut le turbiner une seconde fois.

(*b*) Raffinage du nitrate brut.

Dissolution. — Le raffinage consiste à dissoudre à chaud le produit brut dans l'eau pure, à raison de 75^{kg} dans 200^{lit}. L'ébullition est maintenue une heure environ, pendant laquelle on enlève à l'écumoire les impuretés qui surnagent à la surface de la liqueur. On ajoute en même temps un peu d'acide nitrique pour décomposer le carbonate qui existe dans le produit; il en faut

Digitized by Google

environ 200^{cc} par raffinage; on se règle d'ailleurs sur l'effervescence qui se produit sous l'action de l'acide.

On laisse ensuite reposer une demi-heure, afin de faciliter la précipitation des matières insolubles.

Cristallisation. — Le liquide est alors décanté dans un bac où le nitrate se dépose par refroidissement; comme toujours, on agite pour obtenir des cristaux très petits.

Turbinage et essorage. — Le produit égoutté subit un premier turbinage à l'issue duquel il retient encore 0,30 à 0,50 pour 100 de sel. On l'arrose de nouveau avec un cinquième environ de son poids d'eau pure, qui est destinée à déplacer l'eau saturée de chlorure de sodium interposée entre les cristaux.

Essorage et séchage. — Le nitrate ainsi purifié est une dernière fois passé à la turbine essoreuse, d'où on le retire avec une humidité de 3,7 pour 100. Il contient encore 0,10 à 0,20 de sel marin.

Pour l'obtenir bien sec, on le porte au séchoir à salpêtre, où il reste trois heures. Il est alors prêt pour l'enfonçage. Les barils de 50^{kg} peuvent contenir 100^{kg} de nitrate de baryte.

On retire environ 60^{kg} de nitrate raffiné de 100^{kg} de nitrate brut.

(*c*) Traitement des eaux-mères.

Concentration. — Les eaux-mères provenant du bac où s'est déposé le nitrate brut marquent 28° à froid. On les concentre par évaporation pour en retirer les matières qu'elles tiennent en dissolution. Le sel marin dont elles sont presque saturées se dépose peu à peu, tandis que la teneur de la dissolution en nitrate de baryte croît progressivement. Mais on ne peut dépasser 26° B., parce qu'alors le nitrate précipiterait en même temps que le chlorure.

Traitement des sels. — Pendant la concentration, un ouvrier enlève le sel marin qui est passé encore chaud à la turbine et claircé par l'addition d'une petite quantité d'eau pure. Il ne contient plus alors que 1 à 1,5 pour 100 de nitrate, qu'il n'y a pas avantage économique à essayer de lui enlever, à cause de la grande quantité d'eau qu'il y faudrait employer.

Digitized by Google

Décantation, cristallisation. — Quant à la liqueur, elle est décantée dans un bac émaillé que l'on a au préalable garni d'eaux-mères de raffinage dans la proportion d'un quart. Cette précaution est prise en vue de diminuer la proportion de sel marin qui tend à se séparer par le refroidissement, en même temps que le nitrate de baryte.

Celui-ci se dépose en petits cristaux, si l'on a soin d'agiter la liqueur. Comme il renferme encore 4 pour 100 à 5 pour 100 de chlorure, on doit le traiter comme il a été dit pour le nitrate brut provenant directement de transformation, c'est-à-dire qu'il est turbiné, lavé avec des eaux de raffinage et, enfin, essoré; après quoi on le mélange avec du nitrate d'autre provenance pour le raffiner.

Les eaux surnageantes sont réunies aux eaux-mères de fabrication pour être concentrées à nouveau.

Produit obtenu. — Les épreuves faites sur le nitrate de baryte raffiné ont montré que la teneur en nitrate de baryte (AzO^5BaO) est de 99,35 pour 100. Il renferme 0,30 de matières insolubles (carbonate de baryte) et 0,04 de chlore. L'humidité, après séchage au séchoir à salpêtre, n'est que de 0,20 pour 100.

Quant au chlorure de sodium, il retient encore 1,48 pour 100 de nitrate.

(*d*) Prix de revient. Rendement.

Le prix de revient, calculé d'après la fabrication de l'année 1894, est de $57^{fr},21$ les 100^{kg}, se décomposant ainsi :

	fr
Matières premières	37,70
Fournitures et ustensiles	»
Main-d'œuvre	12,85
Part des frais généraux	6,66
	57,21

Ce prix devrait être légèrement augmenté, pour tenir compte des frais de concentration des eaux de raffinage, dont le volume croît très rapidement, à cause de la faible solubilité du produit et

Digitized by Google

dont il convient de se débarrasser après une production un peu considérable, chose qui n'a pas été faite en 1894.

Quant au rendement industriel, il est d'environ $\frac{915}{1000}$.

Notons, en terminant, que l'outillage est celui qui sert à la fabrication du nitrate d'ammoniaque.

Lille, le 25 juin 1895.

Digitized by Google

SUR LA FABRICATION

DES COTONS NITRÉS;

PAR

M. BRULEY,

Ingénieur des poudres et salpêtres.

Depuis quelques années, les diverses variétés de nitro-cellulose, qui n'avaient guère eu tout d'abord qu'un nombre d'usages fort restreint, ont vu s'étendre le champ de leurs applications, surtout en ce qui concerne la fabrication des explosifs.

Les collodions photographiques, le celluloïd, la soie artificielle, etc., ont pour base la cellulose nitrique. D'autre part, en dehors du coton-poudre employé par les services de la marine et de l'artillerie, soit pour le chargement des torpilles, soit pour la confection des pétards et autres engins de guerre de même nature, la nitro-cellulose entre encore dans la composition des diverses espèces de poudres sans fumée, des dynamites-gommes, des cartouches pour mines grisouteuses, etc.

Chacune de ces applications exige pour ainsi dire une variété spéciale de cellulose nitrique, et les établissements du service des poudres et salpêtres qui sont chargés de la fabrication de ces produits, pour tout ce qui touche leur emploi dans les explosifs, se sont peu à peu trouvés avoir à satisfaire à des exigences de natures très diverses.

Pendant longtemps la poudrerie du Moulin-Blanc, qui avait été créée pour la fabrication du coton-poudre destiné à la marine, n'a guère eu à produire que la nitro-cellulose à son maximum de nitrification pour les usages militaires. On a toujours employé pour

Digitized by Google

cela le mélange bien connu de trois parties en poids d'acide sulfurique à 65°,5 Baumé et d'une partie d'acide nitrique à 48° Baumé.

Depuis lors, la poudrerie du Moulin-Blanc et celle d'Angoulême, où la fabrication du coton-poudre a été organisée en 1887, ont dû produire d'autres espèces de cellulose nitrique, et il a fallu, dès lors, rechercher les moyens de les obtenir pratiquement d'une façon régulière.

Les recherches théoriques de M. Vieille, décrites dans sa note du 18 septembre 1883 insérée dans le tome II du *Mémorial des poudres et salpêtres* (p. 212 et suivantes), ont classé les différentes variétés de cellulose nitrique de la façon suivante, d'après la formule de leur composition chimique :

	Volume de bioxyde d'azote dégagé par 1gr.	
	cc	
Cellulose endécanitrique.....	214	cotons-poudres.
» décanitrique.....	203	
» ennéanitrique.....	190	collodions.
» octonitrique.....	178	
» heptanitrique.....	162	cotons friables.
» hexanitrique.....	146	
» pentanitrique.....	128	
» tétranitrique.....	108	

Les cotons-poudres, ainsi que les cotons friables, sont insolubles dans un mélange d'alcool et d'éther sulfurique tandis que les collodions sont, au contraire, complètement solubles dans le même mélange.

En fait, il n'est guère possible d'obtenir isolément chacune de ces variétés, et l'on se trouve presque toujours en présence de mélanges de deux ou plusieurs variétés voisines.

Aussi, en pratique, classe-t-on plutôt les produits obtenus, non en cellulose endécanitrique, décanitrique, etc., mais en *coton-poudre* proprement dit, dont le taux d'azote approche le plus du maximum théorique et se trouve ainsi compris entre 200cc et 210cc, en *collodions* supérieurs et inférieurs, dont le taux d'azote varie de 170cc à 180cc pour les uns et de 180cc à 190cc et même

Digitized by Google

195^{cc} pour les autres, et en *cotons friables* à faible nitrification.

Le coton-poudre proprement dit est théoriquement insoluble dans l'éther alcoolisé. En réalité, il contient toujours de faibles quantités de produits solubles moins nitrés. Quant aux collodions, ils laissent également un résidu insoluble dans ce dissolvant, tenant à la présence soit de coton non attaqué, soit de cotons friables, soit même de cotons plus nitrés.

C'est pour cela qu'en même temps que le taux d'azote de tout produit de nitrification du coton on détermine également sa solubilité dans l'éther alcoolisé.

Les divers collodions solubles se distinguent en outre par le plus ou moins de viscosité de la dissolution obtenue. Comme cette propriété est une de celles qui peuvent avoir une importance pratique dans l'emploi des collodions, il a paru utile de l'étudier au même titre que la solubilité elle-même et que la teneur en bioxyde d'azote.

On a entrepris, au laboratoire de la poudrerie d'Angoulême, une série de recherches ayant pour but de déterminer pratiquement les mélanges acides permettant d'obtenir un produit choisi dans la série de ceux qui viennent d'être énumérés. Ces recherches n'ont pas la prétention d'avoir la valeur scientifique de celles qui ont été faites en 1883, par M. Vieille, sur la nitrification du coton. Les ressources du laboratoire de la poudrerie, surtout au point de vue du personnel, sont trop insuffisantes pour espérer une rigoureuse précision dans les résultats obtenus. Mais, même en dehors de leur utilité pratique comme guide d'une fabrication déterminée, ces recherches paraissent cependant présenter un certain intérêt au point de vue des conditions de nitrification du coton.

I. — Méthode de nitrification et mode de représentation des résultats.

M. Vieille, dans ses recherches de 1883, avait employé deux méthodes de nitrification. Dans l'une, il faisait usage de mélanges ne contenant absolument que de l'acide nitrique et de l'eau. Dans l'autre, il ajoutait à ces deux corps des proportions variables d'acide sulfurique.

En pratique, cette dernière méthode est seule employée; c'est

Digitized by Google

également celle dont on s'est exclusivement servi dans les essais qui font l'objet de la présente étude.

Faisant abstraction des vapeurs nitreuses qui existent toujours en quantités appréciables, mais très faibles, et des matières étrangères qui ne se trouvent jamais, dans les acides employés, qu'en proportions négligeables, tout mélange employé au trempage du coton pour la production d'une quelconque des diverses celluloses nitriques contient les trois éléments suivants : acide sulfurique monohydraté (HO, SO^3), acide azotique monohydraté (AzO^5, HO) et eau (HO).

Si l'on veut classer l'infinité de mélanges que l'on peut obtenir avec toutes les combinaisons possibles de ces trois éléments en groupes donnant lieu finalement à des produits de même nature, il est nécessaire d'avoir recours à une méthode graphique de représentation de ces mélanges.

En rapportant les proportions de deux des éléments en présence à celle du troisième, chaque mélange ne se trouve plus défini que par deux nombres. Il est donc facile, en prenant l'un d'eux pour abscisse et l'autre pour ordonnée, de représenter, dans un système ordinaire de coordonnées rectangulaires, un mélange déterminé par un simple point.

Les mélanges différents donnant lieu à un même produit se grouperont ainsi par zones et la connaissance de ces zones facilitera en pratique l'obtention d'une cellulose nitrique déterminée, soit qu'on emploie pour les mélanges des acides neufs, soit qu'on utilise, dans ce but, les vieux acides provenant d'une fabrication précédente.

II. — Résultats obtenus par M. Vieille.

Nous reprendrons, dans l'ordre d'idées qui vient d'être indiqué, les résultats obtenus par M. Vieille en 1883 et mentionnés dans la note précitée (§ II, p. 217).

Dans toutes les expériences relatives à la seconde méthode, il a fait usage, d'une part, d'acide sulfurique à la densité de 1,832, correspondant, d'après les tables spéciales, au degré aréométrique 65°,5 Baumé et à un taux de 8 pour 100 d'eau environ, et, d'autre part, d'acide nitrique à la densité de 1,316, qui, si on le suppose

Digitized by Google

débarrassé de toutes traces de vapeurs nitreuses, devait marquer 34°,6 à l'aréomètre Baumé et contenir 50 pour 100 d'eau.

En appliquant ces chiffres aux proportions volumétriques de chaque mélange données dans le tableau de la page 217, on forme le nouveau tableau ci-dessous :

N°s des expériences	PROPORTIONS DES COMPOSANTS.			TAUX D'AZOTE du produit obtenu.	OBSERVATIONS.
	Acide sulfurique (HO, SO^3).	Acide nitrique (AzO^5, HO).	Eau (HO).		
1.....	100	13,1	21,7	195,9	Les solubilités n'ont pas été déterminées.
2.....	»	15,5	24,3	190,1	
3.....	»	19,5	28,2	184,6	
4.....	»	22,9	31,7	185,5	
5.....	»	26,0	34,8	182,3	
6.....	»	27,8	36,5	164,0	
7.....	»	30,0	38,6	166,7	
8.....	»	32,4	41,1	166,0	
9.....	»	35,4	44,1	141,2	
10.....	»	39,0	47,6	143,5	
11.....	»	41,0	49,8	133,2	
12.....	»	43,3	51,9	132,7	

Dans le système de représentation adopté, en rapportant les proportions des deux autres éléments à 100 parties en poids d'acide sulfurique monohydraté, les chiffres du tableau précédent se traduisent graphiquement ainsi qu'il suit (*fig.* 1).

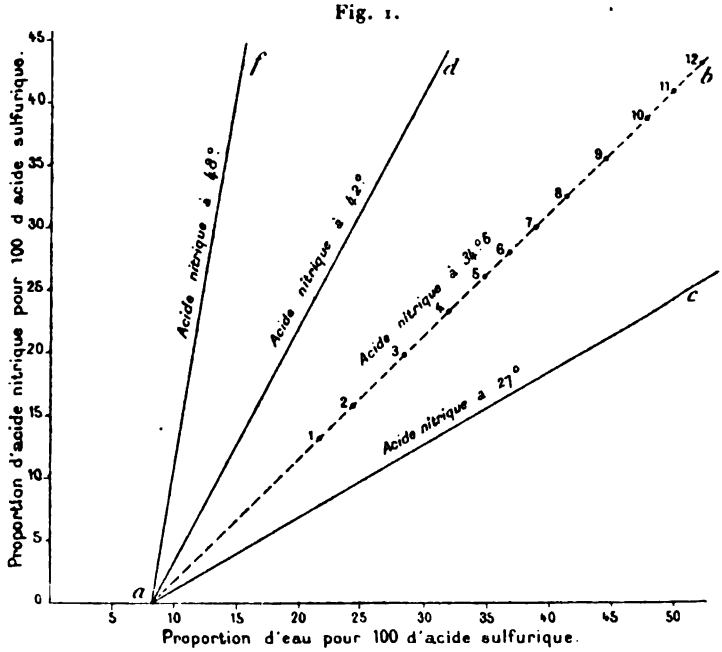
Tous les points représentatifs des douze mélanges employés se trouvent sur une même ligne droite *ab* puisqu'ils ont été formés au moyen d'un même acide nitrique marquant 34°,6 à l'aréomètre Baumé. Cette ligne droite est inclinée à 45°, l'acide choisi contenant, comme on l'a vu plus haut, autant d'eau que d'acide monohydraté; elle part du point *a* correspondant à 8 pour 100 d'eau, cette quantité étant précisément celle apportée par les 100 parties d'acide sulfurique auxquelles ont été rapportées les proportions des deux autres composants dans tous les mélanges.

En dehors de cette ligne, il existe une infinité d'autres points correspondant à des mélanges dont l'action sur le coton n'a pas

Digitized by Google

été étudiée par M. Vieille. En employant successivement, concurremment à l'acide sulfurique à 65°, 5 Baumé, des acides nitriques de degré croissant, on obtiendra des mélanges représentés par des points qui viendront se placer sur des lignes *ac*, *ad*, etc. partant du même point *a* et plus ou moins inclinées suivant la teneur en eau de l'acide employé. En pratique, on sera limité par la ligne *af* correspondant à l'acide à 48° Baumé, le plus fort que l'on ob-

Fig. 1.



tienne en fabrication courante et qui contient encore environ 10 pour 100 d'eau.

Ce sont ces régions, laissées de côté dans les études précédentes, que l'on a cherché à explorer au point de vue des résultats pratiques que l'on pouvait tirer industriellement des mélanges correspondants.

III. — Essais de nitrification (1re série).

Dans cette première série d'essais, la matière première employée a été la ouate hydrophile chimiquement pure dont on se

Digitized by Google

sert en pharmacie. Les mélanges acides ont été préparés en partant directement des trois éléments principaux : acide sulfurique, acide nitrique et eau. On avait, dans ce but, choisi dans la fourniture courante une tourie d'acide sulfurique marquant 65°,7 Baumé. D'autre part, on avait recueilli à la fabrique d'acide nitrique une certaine quantité d'acide au degré le plus élevé possible et l'on en avait complètement chassé les vapeurs nitreuses en y faisant passer, à la température de 70° environ, un courant d'acide carbonique sec pendant plusieurs heures. Après expulsion des vapeurs nitreuses, cet acide marquait encore 47°,7 Baumé. L'acide sulfurique et l'acide nitrique ainsi choisis étaient conservés en touries soigneusement fermées et munies d'un système de vidange au moyen d'air comprimé débarrassé de toutes traces d'humidité. Les expériences ne pouvant toutes être faites en même temps, il importait, en effet, que les éléments employés dans la composition des mélanges fussent toujours identiques à eux-mêmes.

La teneur en eau des deux acides, donnée par les tables spéciales d'après leur degré aréométrique et contrôlée par l'analyse directe, était de 6,5 pour 100 pour l'acide sulfurique et de 10,5 pour 100 pour l'acide nitrique.

Les mélanges destinés aux expériences ont été obtenus en ajoutant à des poids déterminés de ces deux acides la quantité d'eau distillée nécessaire pour arriver au poids total de $1^{kg},200$. La composition centésimale se déduisait de ces poids et des proportions d'eau contenues dans chacun des composants.

Chaque mélange était divisé en trois parties de 400^{gr} chacune, dont deux destinées aux essais et l'autre mise en réserve pour parer à toute éventualité.

Les 400^{gr} de mélange acide étant introduits dans un flacon à fermeture hermétique, à large embouchure, on laissait s'établir l'équilibre de température, puis on ajoutait rapidement 4^{gr} de ouate hydrophile et l'on agitait vivement. L'imbibition était, dans ces conditions, presque instantanée et l'on peut dire que chaque fibre de coton se trouvait immédiatement entourée par cent fois son poids du liquide acide.

Le flacon, après bouchage, était ensuite placé dans un courant d'eau maintenu pendant toute la durée de la réaction à la tempé-

Digitized by Google

rature de 18° à 19°, qui était celle du trempage, le coton restant pendant tout ce temps au milieu du bain acide.

Pour chacun des mélanges étudiés, on a fait deux trempages, l'un d'eux correspondant à une durée de réaction double de celle de l'autre. Les durées de réaction admises ont été : six heures, douze heures et vingt-quatre heures selon l'espèce de cellulose nitrée que l'on supposait devoir obtenir.

On n'a pas cru devoir étudier de durées de réaction plus longues, difficilement réalisables en pratique. On s'est borné à contrôler certains résultats en recommençant l'expérience dans un bain acide de même composition, et laissant la réaction se prolonger jusqu'à quarante-huit et même soixante heures.

On a ainsi expérimenté vingt-cinq mélanges différents correspondant à peu près à la région entière de ceux qui peuvent être réalisés pratiquement, c'est-à-dire se maintenant comme proportions de l'acide nitrique et de l'eau, rapportées toujours à 100 parties en poids d'acide sulfurique, entre 10 et 60 pour 100 pour le premier, 10 et 45 pour 100 pour la seconde.

Pour l'acide nitrique, en effet, au-dessous d'une certaine limite, les réactions deviennent trop lentes. D'autre part, au point de vue économique, on ne peut en augmenter beaucoup la proportion à cause de son prix relativement élevé. Quant à l'eau, la limite inférieure en est fixée par le degré des acides les plus concentrés que l'on puisse obtenir en fabrication courante.

Les vingt-cinq mélanges étudiés représentent donc suffisamment la région dans laquelle on peut pratiquement se mouvoir; ils sont assez régulièrement espacés les uns des autres pour que l'examen des qualités des produits obtenus rende bien compte de la marche du phénomène de la nitrification dans cette région.

Pour chacune des celluloses nitriques ainsi obtenues on a déterminé le taux d'azote par la méthode Schlœsing décrite à la suite de la note de M. Vieille rappelée plus haut (p. 225 et 226, t. II). La solubilité dans l'éther sulfurique alcoolisé et la viscosité de la dissolution dans ce liquide ont été mesurées au moyen des méthodes en usage à la poudrerie d'Angoulême et qui sont décrites à la suite de la présente note.

Le tableau ci-après résume tous les résultats obtenus par l'ana-

Digitized by Google

lyse des échantillons résultant de cette première série d'expériences :

N^os d'ordre des mélanges	COMPOSITION des mélanges.			RÉSULTATS OBTENUS POUR UNE DURÉE DE RÉACTION DE :									OBSERVATIONS.
				6 heures.			12 heures.			24 heures.			
	Acide sulfurique.	Acide nitrique.	Eau.	Azote.	Solubilité.	Viscosité.	Azote.	Solubilité.	Viscosité.	Azote.	Solubilité.	Viscosité	
				cc	p. 100	s	cc	p 100	s	cc	p. 100	s	
I.	100	59,1	29,6	204,0	55,3	//	203,8	46,5	//	//	//	//	
II.	»	49,1	24,3	//	//	//	211,0	2 ,	//	211,0	2,1	//	
III.	»	39,6	18,8	//	//	//	211,6	1,1	//	211,6	1,5	//	
IV.	»	19,4	14,2	//	//	//	209,2	3,4	//	209,2	4,2	//	
V.	»	9,7	14,3	//	//	//	173,4	17,8	//	183,8	16,1	//	
VI.	»	9,4	24,2	//	//	//	171,8	82,1	18	179,2	94,8	22	
VII.	»	19,1	23,4	199,2	73,7	//	199,2	66,6	//	//	//	//	
VIII (1)	»	19,5	34,2	//	//	//	//	//	//	//	//	//	(1) Coton dissous dans l'acide.
IX.	»	29,8	23,9	206,8	11,9	//	206,8	9,5	//	//	//	//	
X.	»	39,0	29,8	192,4	98,5	128	193,4	97,6	145	//	//	//	
XI.	»	58,9	38,5	178,4	96,6	67	179,2	95,6	69	//	//	//	
XII.	»	49,2	34,1	186,8	96,9	81	187,0	96,0	80	//	//	//	
XIII.	»	29,3	34,2	170,4	96,0	43	174,2	94,9	51	//	//	//	
XIV.	»	39,9	38,4	169,4	93,1	61	170,4	96,9	57	//	//	//	
XV.	»	49,7	43,2	157,6	73,8	//	157,6	85,6	//	//	//	//	
XVI.	»	58,3	34,4	192,6	97,5	124	195,2	98,8	202	//	//	//	
XVII.	»	48,5	29,7	200,4	97,4	256	201,8	94,2	322	//	//	//	
XVIII.	»	48,2	39,1	173,4	96,1	80	174,8	96,5	66	//	//	//	
XIX.	»	39,0	24,5	206,0	3,3	//	207,6	3,6	//	//	//	//	
XX.	»	38,8	34,1	183,4	98,4	116	184,0	91,6	83	//	//	//	
XXI.	»	29,3	19,0	//	//	//	210,0	1,5	//	210,8	1,5	//	
XXII.	»	29,5	28,9	195,6	98,1	123	195,6	94,0	110	//	//	//	
XXIII.	»	19,6	19,1	//	//	//	209,8	4,4	//	209,8	2,7	//	
XXIV.	»	19,4	29,0	175,4	95,8	55	180,8	97,1	43	//	//	//	
XXV.	»	14,9	18,7	//	//	//	207,8	6,6	//	207,8	5,5	//	

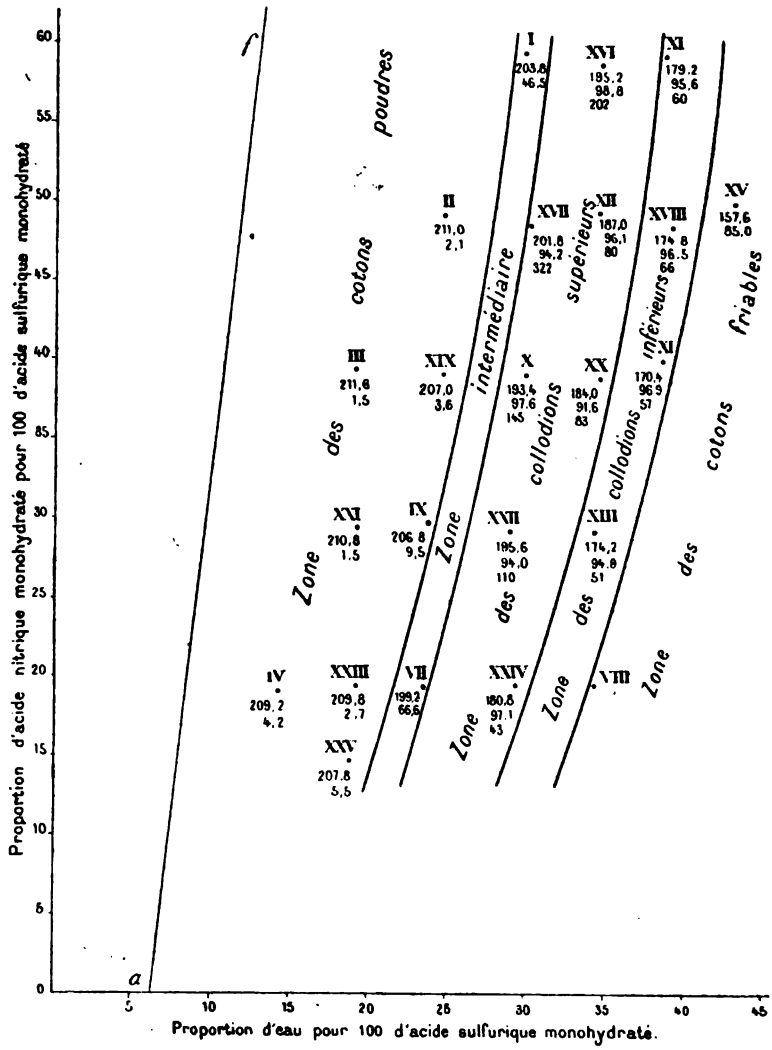
L'examen de ce tableau montre que les mélanges pour lesquels la proportion d'acide nitrique est faible, et notamment les mélanges V et VI, donnent encore, après douze heures de réaction, un produit incomplètement nitrifié. Même après vingt-quatre heures, la nitrification n'est pas terminée, ainsi qu'on a pu s'en assurer par quelques expériences complémentaires pour ces deux

Digitized by Google

derniers. On les laissera donc de côté comme ne rentrant pas dans la catégorie des mélanges pratiques.

La représentation graphique des autres mélanges, par la mé-

Fig. 2.



thode qui a été indiquée plus haut, est reproduite ci-dessus (*fig.* 2). A côté de chaque point représentatif de l'un d'eux, on a indiqué

Digitized by Google

en chiffres romains le numéro correspondant et, à côté, en chiffres ordinaires, les qualités principales du produit obtenu, prises dans le tableau précédent, en choisissant pour chaque mélange les chiffres relatifs à la durée de réaction la plus longue. Le premier nombre est le taux d'azote; le second, la solubilité; le troisième, quand il y a lieu, se rapporte à la viscosité.

Si l'on classe, comme on l'a indiqué au début de cette note, les produits obtenus en cotons-poudres, collodions et cotons friables, abstraction faite des faibles quantités de produits voisins qui peuvent s'y trouver mélangés, on voit que les mélanges ayant donné des produits de même nature peuvent se grouper en zones bien distinctes. Les lignes qui limitent ces zones sont sensiblement parallèles entre elles. Elles s'écartent peu de la ligne droite et sont légèrement inclinées sur les axes de coordonnées; seuls les taux d'azote et de solubilité ont servi à les tracer. Quant aux viscosités, qui ne s'appliquent d'ailleurs qu'aux collodions, elles ne sont données qu'à titre d'indication et sont loin d'être les mêmes pour tous les produits d'une même zone.

Sans qu'on puisse trouver dans les résultats obtenus pour ces viscosités l'expression d'une loi bien déterminée, on peut cependant remarquer qu'elles sont, en général, d'autant plus grandes que les taux d'azote correspondants sont eux-mêmes plus forts. C'est ainsi notamment que, dans la zone des collodions inférieurs, la viscosité est, en moyenne, de 65^s, alors que la même moyenne atteint 140^s pour les collodions supérieurs.

IV. — Essais de nitrification (2^e série).

Les résultats qui précèdent ont été obtenus, comme on l'a indiqué, avec du coton pur en ouate. En général, ce n'est pas de cette matière première dont on fait usage, mais bien de déchets de filature, blanchis et dégraissés, dont le prix est moins élevé. Les fibres du coton sont plus ou moins tordues et enchevêtrées, et, malgré l'action de la carde, il reste toujours, au moment du trempage, de petites agglomérations dans lesquelles l'acide pénètre plus difficilement. Afin de se rendre compte de l'influence de la matière première employée sur les résultats obtenus, on a entrepris une seconde série d'essais, dans les mêmes conditions

Digitized by Google

que ceux de la première série, en substituant simplement à la ouate hydrophile les déchets de coton de la fabrication courante, sortant du séchoir et refroidis préalablement. Pendant cette série, la température a été maintenue, durant tout le temps du trempage et de la réaction, vers 7° à 8°. Les mélanges ont été obtenus comme il a été indiqué précédemment. L'acide sulfurique employé marquait 65°,8 Baumé et contenait 5 pour 100 d'eau seulement. L'acide nitrique, débarrassé de ses vapeurs nitreuses, marquait 47°,1 Baumé et renfermait encore 15 pour 100 d'eau. La composition centésimale de chacun des vingt-cinq mélanges préparés a été calculée en partant de ces chiffres et contrôlée pour un certain nombre d'entre eux par l'analyse directe. Le trempage s'est effectué, comme il a déjà été indiqué, sur 4^{gr} de coton, dans 400^{gr} du mélange. L'imbibition du coton par le liquide acide se faisait moins rapidement qu'avec la ouate.

Le tableau ci-après donne les résultats obtenus dans cette seconde série d'essais.

Digitized by Google

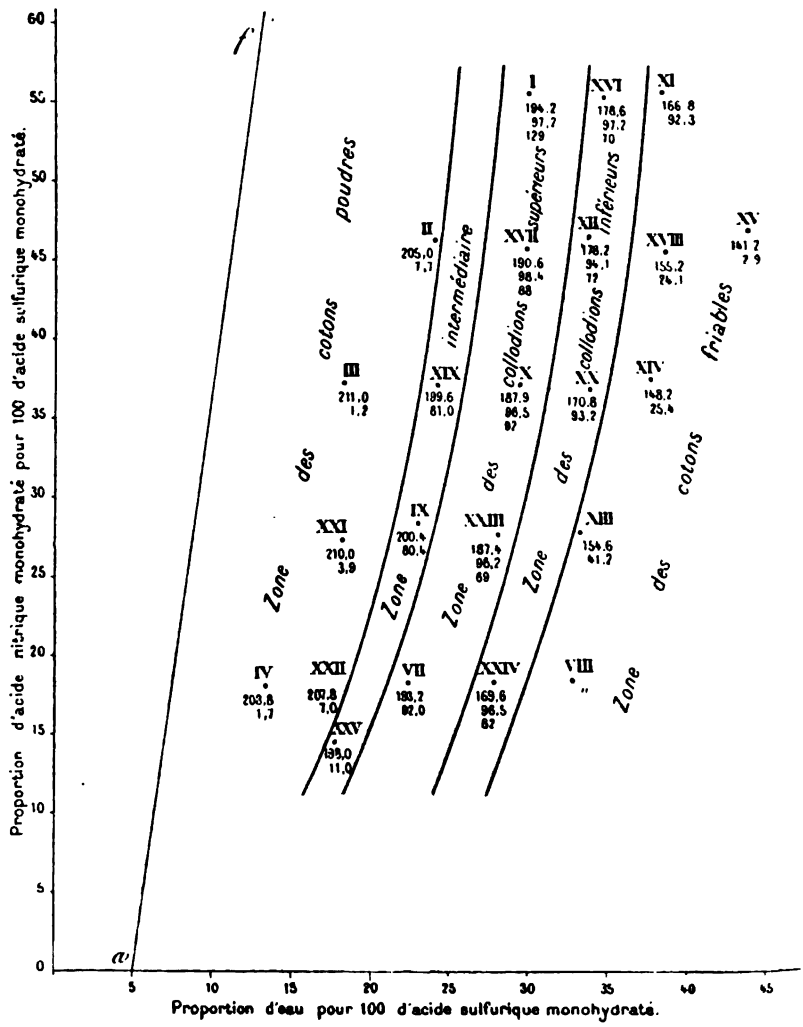
N^os d'ordre des mélanges.	COMPOSITION des mélanges.			RÉSULTATS OBTENUS POUR UNE DURÉE DE RÉACTION DE :									OBSERVATIONS.
				6 heures.			12 heures.			24 heures.			
	Acide sulfurique.	Acide nitrique.	Eau.	Azote.	Solubilité.	Viscosité.	Azote.	Solubilité.	Viscosité.	Azote.	Solubilité.	Viscosité.	
				cc	p. 100	s	cc	p. 100	s	cc	p. 100	s	
I.	100	55,2	30,7	194,8	97,3	105	194,2	97,2	129	//	//	//	
II.	»	45,9	24,7	202,2	16,0	//	205,0	7,7	//	//	//	//	
III.	»	37,1	18,8	//	//	//	209,6	2,0	//	211,0	1,2	//	
IV.	»	18,2	13,6	//	//	//	204,8	2,2	//	208,8	1,7	//	
V.	»	9,2	12,9	//	//	//	121,4	20,8	//	141,0	18,5	//	
VI.	»	8,8	22,8	//	//	//	123,4	59,5	//	129,9	54,7	//	
VII.	»	18,0	22,5	188,8	90,4	//	193,2	92,0	//	//	//	//	
VIII (1)	»	18,3	33,2	//	//	//	//	//	//	//	//	//	(1) Coton dissous dans l'acide.
IX.	»	28,0	23,5	197,8	83,5	//	200,4	80,4	//	//	//	//	
X.	»	36,6	29,8	186,6	96,1	141	187,4	96,5	92	//	//	//	
XI.	»	54,9	39,2	162,2	90,5	//	166,8	92,3	//	//	//	//	
XII.	»	46,0	34,4	177,2	96,1	60	178,2	94,1	72	//	//	//	
XIII.	»	27,4	33,7	153,4	36,1	//	154,6	41,2	//	//	//	//	
XIV.	»	37,2	38,2	148,4	19,1	//	148,2	25,4	//	//	//	//	
XV.	»	46,4	44,3	141,2	2,5	//	141,2	2,9	//	//	//	//	
XVI.	»	54,6	35,6	178,0	96,9	78	178,6	97,2	70	//	//	//	
XVII.	»	45,3	30,2	189,8	97,7	91	190,6	98,4	88	//	//	//	
XVIII.	»	44,9	39,2	151,4	26,9	//	155,2	24,1	//	//	//	//	
XIX.	»	36,6	24,7	198,0	92,9	//	199,6	81,9	//	//	//	//	
XX.	»	36,2	34,4	166,8	86,3	//	170,8	93,2	//	//	//	//	
XXI.	»	27,4	18,5	209,0	4,8	//	210,0	3,9	//	//	//	//	
XXII.	»	27,6	28,4	184,4	95,2	37	187,4	96,2	69	//	//	//	
XXIII.	»	18,4	18,2	//	//	//	204,4	8,5	//	207,8	7,0	//	
XXIV.	»	18,1	27,8	167,6	92,2	46	169,6	96,5	82	//	//	//	
XXV.	»	13,9	17,6	//	//	//	196,6	24,5	//	198,6	11,0	//	

Plus nettement encore que dans la première série, on remarque que pour un certain nombre de mélanges, surtout pour ceux dont la proportion relative d'acide nitrique est faible, la prolongation de la réaction augmente le taux de nitrification. Comme précédemment, nous laisserons de côté les mélanges V et VI, pour lesquels la réaction, afin d'être complète, aurait dû être prolongée trop longtemps.

Digitized by Google

La *fig.* 3 ci-après donne la représentation graphique des résultats de cette seconde série :

Fig. 3.



Comme pour la première série, les différents mélanges donnant lieu à des produits de même nature se classent par zones, et ces zones sont sensiblement de même forme que celles de la *fig.* 2. Cette fois encore, mais peut-être un peu moins nettement, la

Digitized by Google

viscosité des collodions paraît augmenter avec leur taux d'azote.

V. — **Essais de nitrification** (3e série).

On a enfin entrepris une troisième série de trempages, se rapprochant davantage encore des conditions généralement admises en pratique. On s'est servi comme matière première, de même que pour la seconde série, des déchets de coton filé, blanchis et dégraissés, de provenance anglaise, constituant les approvisionnements de la poudrerie. On les a trempés dans les différents mélanges acides constitués, comme il a été indiqué plus haut, au moyen d'eau distillée et des acides sulfurique et nitrique dont une partie avait été employée aux essais précédents. Les proportions du trempage étaient toujours les mêmes, soit 4^{gr} de coton pour 400^{gr} de mélange acide; mais la durée d'immersion du coton dans le bain acide était réduite à huit minutes. Après cette immersion à température constante (12° à 13° environ), le coton était sorti, égoutté, légèrement pressé et placé dans un pot en grès, dans lequel s'achevait la réaction, ce pot lui-même étant maintenu dans un courant d'eau à la température ambiante.

Les résultats obtenus dans cette troisième série d'essais sont consignés dans le tableau ci-après :

Digitized by Google

N° d'ordre des mélanges.	COMPOSITION des mélanges.			RÉSULTATS OBTENUS POUR UNE DURÉE DE RÉACTION DE :									OBSERVATIONS.
				6 heures.			12 heures.			24 heures.			
	Acide sulfurique.	Acide nitrique.	Eau.	Azote.	Solubilité.	Viscosité.	Azote.	Solubilité.	Viscosité.	Azote.	Solubilité.	Viscosité.	
				cc	p. 100	s	cc	p. 100	s	cc	p. 100	s	
I.	100	55,0	28,8	196,2	99,0	195	197,2	97,3	206	"	"	"	
II.	»	45,9	24,3	205,0	52,9	"	205,8	52,9	"	"	"	"	
III.	»	37,2	18,3	206,8	2,6	"	209,6	2,4	"	"	"	"	
IV.	»	18,3	13,1	195,8	5,2	"	203,2	5,2	"	205,2	2,5	"	
V.	»	9,1	10,9	122,6	19,8	"	128,2	20,1	"	134,0	14,2	"	
VI.	»	9,4	21,3	143,0	19,1	"	142,8	19,4	"	147,8	21,9	"	
VII.	»	18,0	20,8	183,4	89,7	52	182,0	90,9	45	"	"	"	
VIII (1)	»	17,6	33,2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	(1) Coton dissous dans l'acide.
IX.	»	28,8	22,0	196,2	95,4	117	196,2	97,2	108	"	"	"	
X.	»	37,5	29,3	184,6	96,3	86	186,2	95,8	90	"	"	"	
XI.	»	54,9	37,8	164,4	87,5	53	164,6	94,4	41	172,6	95,3	45	
XII.	»	47,0	34,6	171,6	92,8	53	172,6	96,8	40	177,0	96,4	74	
XIII.	»	27,5	33,3	153,4	47,0	"	154,2	61,8	"	157,2	66,0	"	
XIV.	»	37,3	38,0	144,4	16,0	"	146,2	14,0	"	146,8	10,8	"	
XV.	»	47,6	45,4	121,6	1,4	"	123,6	1,5	"	142,8	1,9	"	
XVI.	»	54,1	34,5	174,2	94,8	33	178,6	96,5	45	178,2	91,6	151	
XVII.	»	45,1	28,3	185,0	96,9	40	186,2	97,8	51	"	"	"	
XVIII.	»	45,4	38,4	155,2	26,0	"	155,6	39,8	"	152,8	21,8	"	
XIX.	»	36,5	23,7	197,6	92,2	178	199,8	91,3	122	"	"	"	
XX.	»	36,4	33,5	163,4	86,4	58	163,4	81,8	59	164,6	80,8	71	
XXI.	»	27,7	18,4	207,8	5,4	"	208,8	3,3	"	"	"	"	
XXII.	»	27.8	28,5	180,4	94,5	97	182,0	96,2	107	180,2	95,7	72	
XXIII.	»	18,3	18,1	193,8	20,0	"	201,6	21.9	"	"	"	"	
XXIV.	»	18,1	28,0	160,4	65,1	"	162,4	65,7	"	162,6	77,4	"	
XXV.	»	13,9	17,6	168,0	26,2	"	175,0	28,0	"	187,0	6,2	"	

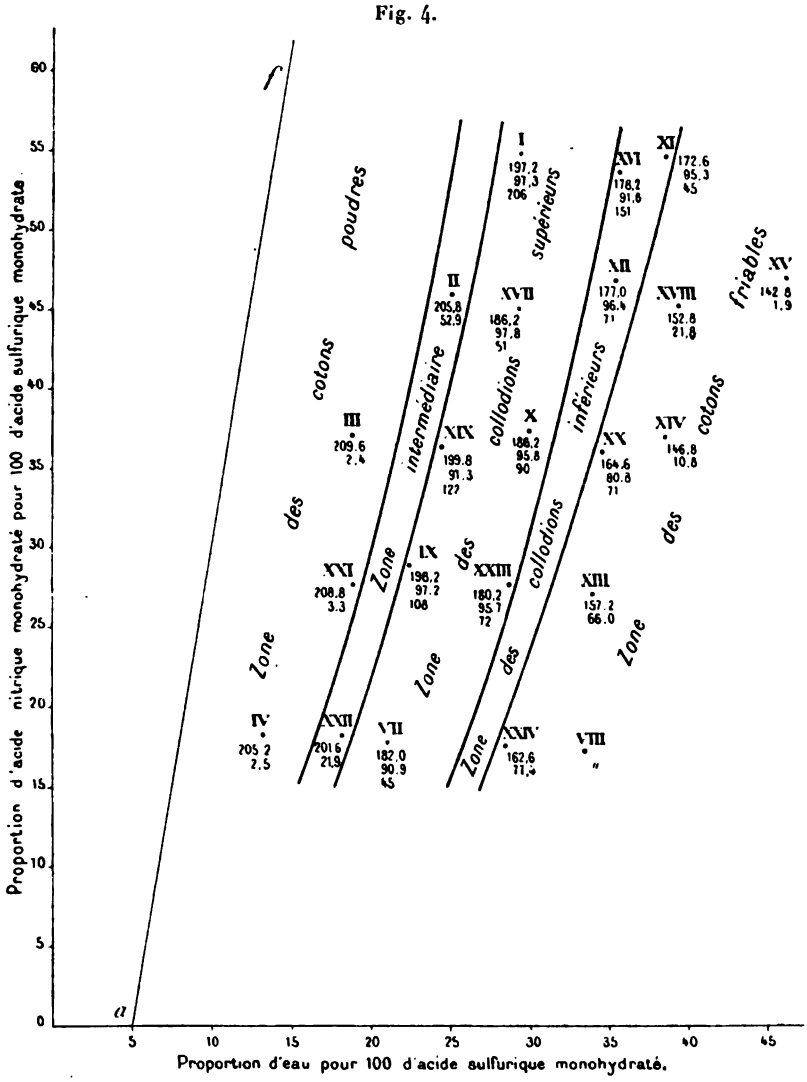
Ces résultats se traduisent graphiquement de la façon suivante, en négligeant les mélanges V, VI et XXV, qui n'ont donné que des produits incomplètement nitrifiés.

Cette fois encore, les produits obtenus permettent de grouper les mélanges employés en zones analogues à celles qui résultent des deux autres séries d'essais. Dans chacune de ces zones les viscosités sont variables et ne paraissent pas suivre une loi bien dé-

Digitized by Google

terminée, quoique le plus souvent les fortes viscosités accompagnent les taux d'azote les plus élevés.

Fig. 4.



VI. — Essais divers.

Les expériences qui viennent d'être résumées montrent l'influence de la composition des mélanges acides servant au trem-

Digitized by Google

page sur les produits obtenus. C'est là, en effet, l'élément principal de toute fabrication de cellulose nitrique. Mais d'autres causes secondaires peuvent également influer sur le résultat final et il a paru utile de les étudier aussi. Parmi ces causes, la durée de réaction a déjà été indiquée sommairement, de même que la nature de la matière première. Il faut y ajouter la température pendant le trempage et la réaction, ainsi que l'action ultérieure des diverses manipulations que peut subir le coton nitrifié après l'opération du trempage. On examinera successivement ces différentes causes.

Matières premières. — Le coton en ouate se nitrifie plus facilement que les déchets de coton filé, et ceux-ci se nitrifient d'autant plus difficilement qu'ils sont plus enchevêtrés, que les fils en sont plus gros et qu'ils contiennent plus de nœuds.

D'autre part, il semble également que la préparation préalable des déchets destinés au trempage ait une influence très sensible sur la viscosité des collodions obtenus. C'est ainsi que deux cotons de provenance absolument différente, soumis dans des conditions identiques à l'action d'un même mélange acide, donnent des collodions ayant le même taux moyen d'azote, mais avec des viscosités variant du simple au double.

Durée de réaction. — Les tableaux ci-dessus, où à chaque mélange correspondent deux ou trois durées de réaction, montrent déjà que, pour un même produit final, la réaction doit être d'autant plus prolongée que la proportion d'acide nitrique dans le mélange est plus faible.

Quelques expériences ont été faites, pour suivre de plus près la marche de la réaction; elles sont résumées dans le tableau ci-après. Ces expériences se rapportent à trois des mélanges acides de la première série, dont les numéros sont rappelés en regard des résultats obtenus; les conditions de trempage et de réaction étaient celles de cette série; la température de réaction était de 20° environ.

Digitized by Google

DURÉES de réaction.	MÉLANGE N° XIII.		MÉLANGE N° XVI.		MÉLANGE N° XXI.	
	Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.
	cc	p. 100	cc	p. 100	cc	p. 100
1 heure.....	165,8	91,7	186,8	94,9	206,4	10,9
2 heures.....	166,8	95,5	189,0	95,0	209,4	8,3
4 heures.....	167,8	93,0	191,8	96,2	209,2	6,8
6 heures.....	167,8	94,8	190,8	94,1	210,2	6,7
8 heures.....	166,8	95,4	191,8	96,7	211,2	5,6
12 heures.....	"	"	"	"	210,8	7,4
24 heures.....	166,8	98,1	190,4	96,6	210,6	10,6

Ces expériences comprennent les trois types principaux de cellulose nitrique qui ont été étudiés : collodions supérieurs et inférieurs et cotons-poudre. Elles montrent que, pour les deux premières espèces, le maximum de nitrification n'est guère atteint qu'au bout de quatre heures de réaction ; pour le coton-poudre, il faut au contraire de huit à dix heures. Si l'on prolonge la réaction au delà de ces limites, la solubilité a une tendance à augmenter. Quant à la viscosité, elle n'a pu être mesurée dans ces quelques expériences; mais les tableaux qui précèdent semblent montrer qu'il n'y a aucune relation entre celle-ci et la durée de réaction.

Températures de trempage et de réaction. — Un certain nombre de trempages ont été effectués dans des conditions identiques à celles de la seconde série d'essais, aux trois températures assez différentes de 1°, 12° et 25°. Ces températures ont été maintenues pendant toute la durée de la réaction.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

Digitized by Google

Nos des mélanges acides.	DURÉE de la réaction.	TEMPÉRATURE PENDANT LE TREMPAGE ET LA RÉACTION : 1°. Azote.	Solubilité.	Viscosité.	12°. Azote.	Solubilité.	Viscosité.	25°. Azote.	Solubilité.	Viscosité.
	h	cc	p. 100	s	cc	p. 100	s	cc	p. 100	s
I.	6	190,0	95,9	180	191,8	97,8	104	193,2	97,7	56
III.	12	208,2	1,5	"	207,4	1,7	"	207,8	1,0	"
VI.	12	201,6	4,4	"	205,4	4,4	"	207,6	3,6	"
VII.	6	177,6	84,9	82	189,0	92,9	60	193,2	97,7	36
X.	6	178,8	95,1	145	185,4	96,8	72	184,4	96,2	61
XII.	6	167,2	78,9	38	172,0	92,9	36	172,0	96,1	27

D'autres expériences ont été faites dans le même but avec du coton en ouate, dans les conditions de la première série. Les résultats ont été les suivants :

Nos des mélanges acides.	DURÉE de la réaction.	TEMPÉRATURE PENDANT LE TREMPAGE ET LA RÉACTION : 20°. Azote.	Solubilité.	Viscosité.	15°. Azote.	Solubilité.	Viscosité.	26°. Azote.	Solubilité.	Viscosité.
	h	cc	p. 100	s	cc	p. 100	s	cc	p. 100	s
XII.	6	183,2	96,5	"	186,8	96,7	"	189,2	97,3	"
»	12	183,2	97,4	"	186,8	95,1	"	188,2	94,4	"
XIII.	6	167,4	93,8	"	169,0	93,2	"	173,4	93,0	"
»	12	165,6	90,7	"	166,0	94,5	"	168,6	94,1	"
XV.	6	188,8	96,5	43	192,8	98,1	48	194,0	98,3	22
»	12	188,8	97,4	37	191,8	97,0	26	193,6	98,1	20
XXI.	12	208,8	8,9	"	209,2	9,2	"	208,6	7,1	"
»	24	209,8	6,7	"	209,2	7,9	"	208,4	8,4	"

Ces quelques expériences semblent indiquer que, au moins en ce qui concerne les collodions, l'élévation de la température pendant le trempage et la réaction augmente le taux d'azote et la solubilité, mais diminue sensiblement la viscosité. En d'autres termes, une basse température retarde la réaction. En ce qui concerne les cotons-poudres, l'influence se manifeste moins nettement; on admet cependant, en général, qu'aux températures élevées la solubilité a tendance à augmenter.

Digitized by Google

Manipulations ultérieures. — Avant leur emploi, les diverses celluloses sont soumises à un certain nombre de manipulations : d'abord à des lavages, qui sont nécessaires pour leur enlever les dernières traces d'acidité, et, pour certaines d'entre elles, à un déchiquetage, qui a pour but de faciliter les opérations ultérieures.

Le lavage s'obtient par une ébullition plus ou moins prolongée, soit dans l'eau pure, soit dans une eau alcaline ; le déchiquetage s'opère au moyen d'appareils analogues aux piles en usage dans les fabriques de papier.

Ces opérations, absolument mécaniques, n'ont aucune influence sur la composition chimique du produit final et, par suite, sur le taux d'azote; mais il n'en est pas de même sur la solubilité et la viscosité, propriétés seulement physiques.

Quelques expériences ont été faites en vue de rechercher comment se comportent diverses variétés de cellulose nitrique pendant ces deux opérations. Les résultats en sont réunis dans les tableaux ci-après :

I. — INFLUENCE DU LAVAGE SUR LE COTON-POUDRE.

QUALITÉS DU PRODUIT APRÈS UNE ÉBULLITION TOTALE DE :											
20 heures.		60 heures.		100 heures.		140 heures.		220 heures.		260 heures.	
Azote	Solubilité.	Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.
cc	p. 100	cc	p. 100	cc	p. 100	cc	p. 100	cc	p 100	cc	p. 100
207,2	5,2	206,4	11,3	206,6	10,9	206,0	14,8	206,4	21,2	206,2	22,4

II. — INFLUENCE DU DÉCHIQUETAGE SUR LE COTON-POUDRE.

QUALITÉS DU PRODUIT APRÈS UNE DURÉE DE PASSAGE AUX PILES DE :											
Avant déchiquetage.		1 heure.		2 heures.		6 heures.		8 heures.		12 heures.	
Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.	Azote.	Solubilité.
cc	p. 100	cc	p. 100	cc	p. 100	cc	p. 100	cc	p. 100	cc	p. 100
204,8	12,8	204,8	17,6	204,8	18,6	204,0	20,0	204,0	19,7	203,6	22,4

Digitized by Google

III. — Influence du lavage et du déchiquetage sur la viscosité des collodions.

N°s des échantillons.	Viscosités des produits obtenus : après une durée d'ébullition de : 10 h.	14 h.	18 h.	24 h.	32 h.	40 h.	48 h.	60 h.	avant déchiquetage.	après déchiquetage.
1....	703 s	454 s	424 s	389 s	279 s	254 s	237 s	140 s	109 s	82 s
2....	872	815	865	780	450	380	272	"	228	117
3....	144	133	115	114	92	83	75	"	92	50
4....	136	118	128	123	80	111	74	"	89	53

Ces divers essais ayant été faits sur des quantités de nitro-cellulose assez importantes, et, par suite, plus ou moins homogènes, le prélèvement des échantillons doit suffire pour expliquer les quelques anomalies qu'on peut remarquer dans la marche des phénomènes observés. On peut conclure des chiffres des tableaux précédents : d'une part, que les deux opérations du lavage à eau chaude et du déchiquetage ont pour effet d'augmenter la solubilité des cotons-poudres, et, d'autre part, que ces mêmes opérations diminuent dans de fortes proportions la viscosité des collodions.

VII. — Résumé et conclusions.

Comme on l'a déjà dit, les résultats des expériences qui viennent d'être décrites complètent, dans une certaine mesure, ceux obtenus par M. Vieille en 1883, puisqu'ils se rapportent à toute une série de mélanges qui n'avaient pas été étudiés à ce moment.

Indépendamment de l'intérêt théorique qu'elles peuvent présenter, elles ont aussi une utilité pratique.

Lorsque, en effet, on veut produire une cellulose nitrique déterminée, l'élément principal à fixer doit être d'abord la composition du mélange destiné au trempage. Jusqu'ici on calculait un peu arbitrairement les proportions des divers composants, acides neufs ou vieux acides. Les expériences qui viennent d'être résumées permettent de procéder plus méthodiquement en pareil cas.

Digitized by Google

Il ne s'agit, il est vrai, que d'expériences de laboratoire, et en pratique mille causes plus ou moins connues viennent influer sur le résultat final. On a bien fait quelques essais complémentaires pour rechercher dans quel sens agissent les principales de ces causes connues, mais il serait téméraire d'affirmer que l'on puisse, d'après les seules données de ces expériences, obtenir à coup sûr un produit dont toutes les qualités auraient été fixées à l'avance.

Toutefois, la grande analogie des résultats obtenus dans les trois séries d'essais dont chacune se rapproche plus des conditions de la pratique que la précédente, autorise à penser que, si aucune d'elles ne permet de calculer rigoureusement les proportions de chaque élément d'un mélange devant donner lieu à un produit déterminé, tout au moins, l'allure générale du phénomène de nitrification est bien celle qui est indiquée par la position et l'importance relatives des diverses zones dont il a été question plus haut.

La connaissance de cette marche du phénomène de nitrification permettra donc, après un premier essai, qui d'ailleurs ne sera pas entrepris au hasard, de modifier, s'il y a lieu, les proportions du mélange primitif dans le sens voulu pour arriver au but que l'on se propose.

Dans la préparation du mélange d'essai on sera guidé par différentes natures de considérations. Tout en se maintenant dans la zone correspondant au produit que l'on a en vue, on peut faire varier dans des limites assez étendues les proportions relatives d'acide nitrique et d'eau. Au point de vue économique, il y a intérêt à diminuer la proportion de l'élément le plus coûteux, c'est-à-dire de l'acide nitrique; dans certains cas, au contraire, et dans le but de faire acquérir au produit final certaines qualités, on peut être amené à l'augmenter. Enfin, si l'on veut utiliser de vieux acides de composition connue, il peut se faire que, selon la quantité que l'on en veut employer, tel mélange soit plus avantageux que tel autre.

Les acides employés : acide nitrique ou vieux acides, contiennent toujours un peu de vapeurs nitreuses (*acide hypoazotique*). Ces vapeurs nitreuses pourraient, si elles étaient en proportion notable, fausser les résultats sur lesquels on croirait pouvoir compter, et il y aurait lieu de ne pas négliger cet élément

Digitized by Google

en calculant le mélange d'essai. Mais en pratique la proportion ne dépasse guère 1 à 2 pour 100 et, dans ces limites, on peut admettre que la présence de ces vapeurs nitreuses ne change pas sensiblement les résultats.

Il est nécessaire, en outre, de tenir compte de ce que, par suite de la réaction chimique qui se produit dans les auges de trempage et qui donne naissance à de l'eau, les proportions d'acide nitrique, d'acide sulfurique et d'eau du liquide acide dans ces auges ne sont plus les mêmes que celles du mélange proprement dit. Ce sont celles-là seules qui influent sur le degré de nitrification et sont déterminées au préalable d'après les considérations qui viennent d'être indiquées. Les autres, qu'il importe aussi de connaître, puisque ce sont celles qui servent à la préparation des mélanges proprement dits, s'en déduisent facilement au moyen de corrections qui dépendent à la fois de la contenance des auges, du poids relatif de la charge de coton à chaque opération, etc., et que l'on détermine pratiquement par l'analyse, avant et après trempage d'un certain nombre des mélanges les plus couramment employés.

Lorsque l'on est ainsi arrivé à la formule d'un mélange permettant d'obtenir les résultats cherchés, il y a encore lieu de se préoccuper du choix de la matière première à tremper, de la température du trempage, de la durée et de la température de la réaction, etc...

Ici encore, les quelques essais qui ont été rappelés plus haut peuvent servir de guide en vue du but à atteindre.

Il y a toujours des différences sensibles entre la fabrication industrielle d'un produit et le procédé de laboratoire qui lui sert de base. Mille causes variant journellement viennent, en effet, modifier plus ou moins profondément les qualités du produit final. Au début, on ne procède guère que par tâtonnements; ce n'est qu'à la longue, à la suite d'expériences suivies avec méthode et persévérance, que l'on arrive peu à peu à définir exactement la part revenant à chacune de ces causes dans les modifications constatées.

On a entrepris, dans cet ordre d'idées, au laboratoire de la poudrerie d'Angoulême, un certain nombre d'expériences relatives à la production des celluloses nitriques. Il reste certainement

Digitized by Google

beaucoup à faire encore dans cette voie, mais les résultats obtenus ont déjà permis de procéder un peu plus méthodiquement que par le passé.

Angoulême, le 25 août 1895.

NOTE

Sur la détermination de la solubilité et de la viscosité des celluloses nitriques.

I. — Solubilité (1).

Le dissolvant employé est l'éther à 56° Baumé, obtenu par le mélange en proportions voulues d'éther sulfurique à 65° B. et d'alcool à 36° B.

On commence par tarer ensemble un verre à bords rodés d'environ 200^{cc} de capacité, la plaque de verre également rodée qui sert à le recouvrir et un agitateur assez court pour qu'il puisse entrer dans le verre fermé.

On fait ensuite sécher la cellulose nitrique dont on veut déterminer la solubilité et l'on en pèse 1^{gr},5, que l'on met dans le verre taré. On y ajoute environ 150^{cc} d'éther alcoolisé quand il s'agit de cellulose suffisamment déchiquetée et 400^{cc} à 500^{cc} lorsqu'on opère sur de la cellulose en floches. On ajoute le dissolvant peu à peu, en agitant avec soin, de manière à éviter toute agglomération de matière; les fibres insolubles doivent être nettement isolées. On continue de temps en temps à agiter pendant deux ou trois heures, puis on laisse reposer jusqu'à éclaircissement du liquide, ce qui demande en général de quinze à dix-huit heures.

A ce moment une pesée donne le poids du verre plein de liquide; comme il a été taré au préalable, on en déduit par différence le poids p de la dissolution et de la partie insoluble. Le poids de cette partie insoluble étant au maximum de 1^{gr},5, sur un total d'au moins 100^{gr} à 120^{gr}, on peut admettre sans grande erreur que p représente le poids de la dissolution seule.

Dans un cristallisoir taré, on décante une partie de cette dissolution, la plus grande possible, en ayant soin qu'aucune partie de matière insoluble n'y pénètre. On détermine le poids p' de dissolution ainsi décantée

(1) Cette note reproduit essentiellement l'instruction réglementaire pour la détermination de la solubilité du coton-poudre.

Digitized by Google

par une seconde pesée et par différence avec le poids connu du cristallisoir.

L'évaporation et la dessiccation de cette dissolution permettent de déterminer de la même façon le poids p'' de collodion soluble qu'elle renfermait. Ces opérations doivent avoir lieu dans une étuve réglée à 60° et exigent environ quarante-huit heures. On facilite la dessiccation en ajoutant au préalable quelques gouttes d'eau dans la dissolution afin d'éviter la prise en masse du collodion.

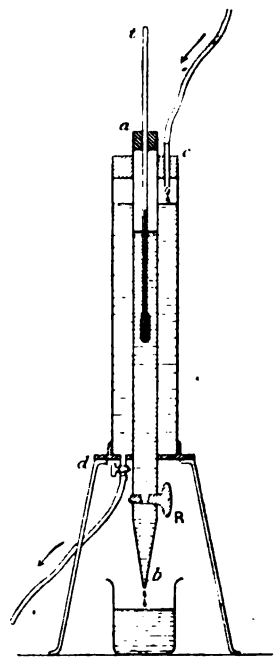
Le taux de cellulose nitrique soluble de l'échantillon analysé est donné par la formule

$$S = \frac{p'' \times p}{p' \times 1,5}.$$

II. — Viscosité (1).

La viscosité d'un liquide se mesure en général par le temps qu'un volume

Fig. 5.



déterminé de ce liquide, à une température également déterminée, met à s'écouler par un orifice étroit.

(1) Voir ci-dessus, p. 48, le procédé employé au Laboratoire central des poudres et salpêtres pour le mesurage de la viscosité des collodions.

Digitized by Google

Les mesures ainsi faites ne sont comparables que pour un même appareil. Si l'on veut les comparer pour deux appareils différents, il faut avoir recours à un type qui peut être un liquide quelconque, pourvu que la composition en soit bien constante.

L'appareil employé à la poudrerie d'Angoulême consiste en une burette en verre graduée de 50^{cc}, *ab*, se terminant en pointe effilée à sa partie inférieure et munie d'un robinet R également en verre, entre la partie graduée et la pointe. Cette burette est maintenue au moyen d'une armature et d'un bouchon de liège au centre d'un tube en verre de 45^{mm} de diamètre, *cd*, muni de deux ajutages, l'un en haut, l'autre en bas, permettant d'y établir un courant d'eau continu. La burette elle-même est fermée par un bouchon en caoutchouc traversé par un thermomètre *t* (*fig.* 5).

Le tout est porté par un support formé de trois tiges métalliques.

On fait au préalable sécher la cellulose nitrique à analyser. Il importe de ne pas prolonger le séchage au delà du temps nécessaire, un séjour trop prolongé dans l'étuve pouvant modifier les résultats de l'épreuve.

Dans un petit ballon en verre, on fait dissoudre 1^{gr},5 de cette cellulose sèche dans 80^{cc} du mélange d'éther sulfurique et d'alcool dont la composition a été indiquée pour l'épreuve de solubilité. On agite jusqu'à dissolution complète et on laisse reposer le liquide jusqu'à ce qu'il soit bien clair, ce qui exige environ douze heures. On verse ensuite la dissolution dans la burette en la remplissant jusqu'au-dessus du trait marqué o, et l'on place le bouchon muni du thermomètre. On établit ensuite le courant d'eau, froide ou chaude suivant la saison, de manière à amener la dissolution à la température de 15°. La viscosité d'un liquide variant très sensiblement avec la température, il importe que toutes les opérations se fassent à une température déterminée (à Angoulême, on a choisi 15°) pour qu'elles soient comparables.

Quand le thermomètre marque exactement 15°, on le retire, on ouvre le robinet et on laisse écouler la dissolution. Au moyen d'un chronomètre à secondes, on note exactement le moment du passage du niveau supérieur du liquide dans la burette aux deux traits o et 25. La différence donne le nombre de secondes mis par 25^{cc} de la dissolution à s'écouler par l'orifice étroit de la burette. C'est ce nombre de secondes qui mesure la viscosité du collodion éprouvé.

Digitized by Google

NOTE

SUR LA VENTILATION

DES ATELIERS DE FABRICATION DE COTON-POUDRE

A LA POUDRERIE D'ANGOULÊME;

PAR

M. DALSACE,

Ingénieur des poudres et salpêtres.

Le décret du 10 mars 1894 (1), portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 12 juin 1893, en ce qui concerne les mesures d'hygiène, de salubrité et de protection à prendre dans les manufactures, fabriques, usines, chantiers et ateliers de tous genres, prescrit, par son article 6, que « les poussières, ainsi que les gaz incommodes, insalubres ou toxiques, seront évacués directement au dehors de l'atelier, au fur et à mesure de leur production ».

D'après le même article, « pour les buées, vapeurs, gaz, poussières légères, il sera installé des hottes avec cheminées d'appel ou tout autre appareil d'élimination efficace ».

Le but de la présente note est d'indiquer les installations qui existaient à la poudrerie d'Angoulême antérieurement à la loi et au décret mentionnés plus haut, et celles qui ont été réalisées depuis ou sont projetées pour satisfaire aux prescriptions nouvelles (2).

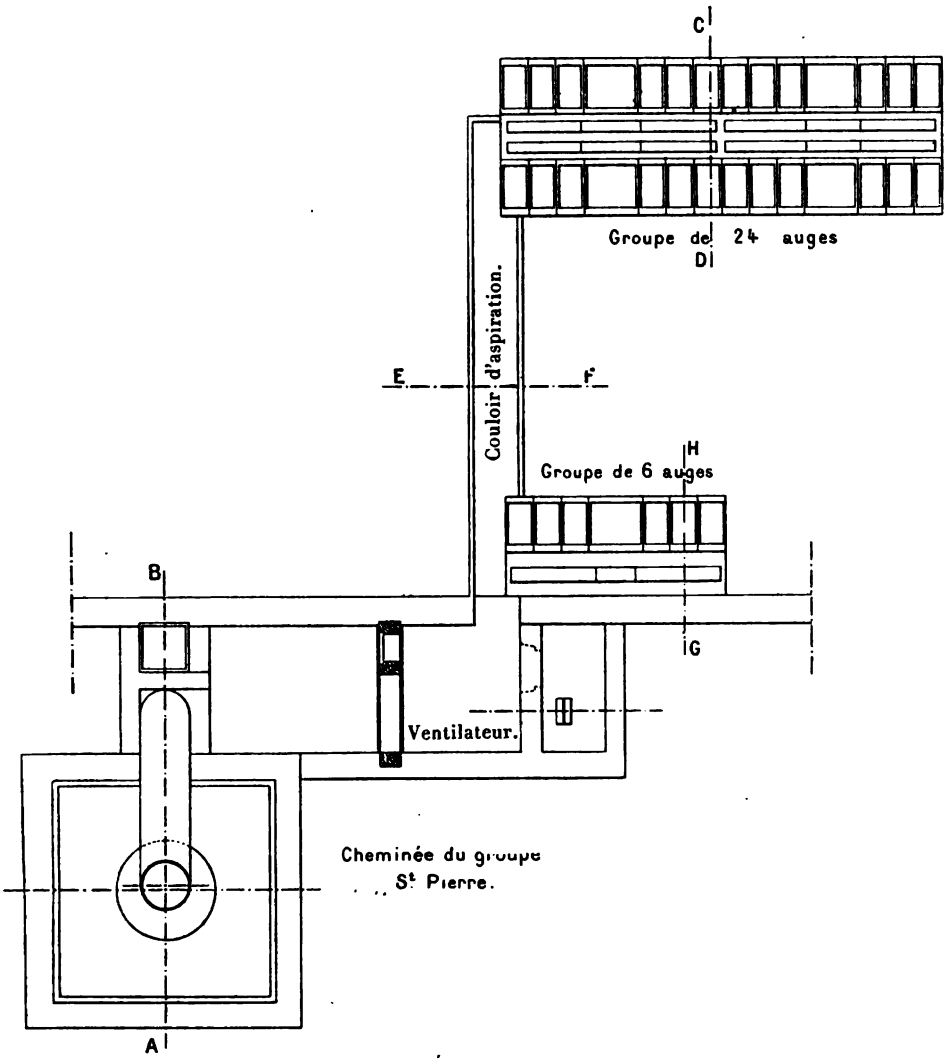
(1) Voir ci-après, page *70.

(2) Bien que ces prescriptions ne s'appliquent pas obligatoirement aux établissements publics (voir ci-après la note de la page *68).

Digitized by Google

I. Atelier du trempage. — L'atelier du trempage, tel qu'il a été installé au début, comprenait 24 auges, disposées sur deux ran-

Fig. 1. — Plan.



Échelle $\frac{1}{100}$.

gées parallèles, entre lesquelles se trouvait, placé sous le sol, un conduit commun destiné à l'évacuation des vapeurs acides (*fig.* 1).

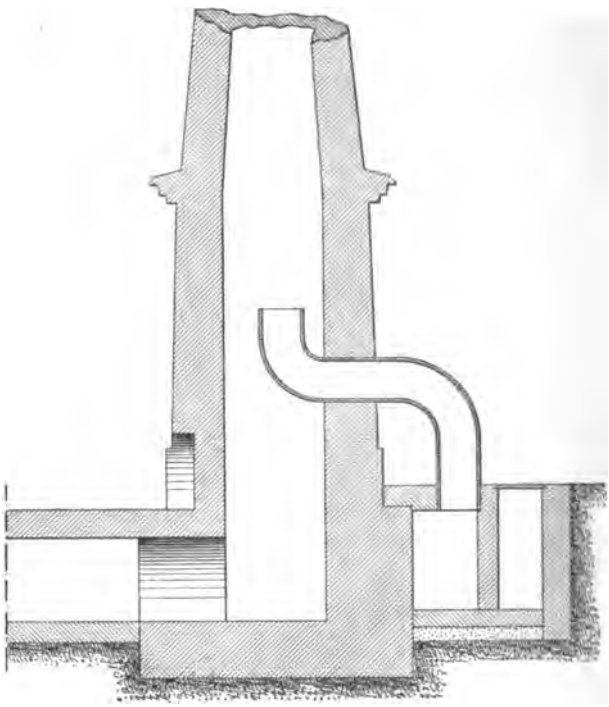
Un groupe distinct de 6 auges, pour le trempage des cotons-

Digitized by Google

poudres autres que les produits courants, était disposé le long d'un autre conduit d'aspiration qui allait se brancher sur le premier.

Le carneau général d'appel des vapeurs acides aboutissait à une grande chambre, également en sous-sol, dans un rétrécissement

Fig. 1. — Coupe AB.



Échelle $\frac{1}{400}$.

de laquelle était placé le ventilateur; il se raccordait ensuite avec la cheminée des générateurs du groupe Saint-Pierre par un tuyau en fonte de $0^m,80$ de diamètre, qui pénétrait dans l'intérieur même de la cheminée.

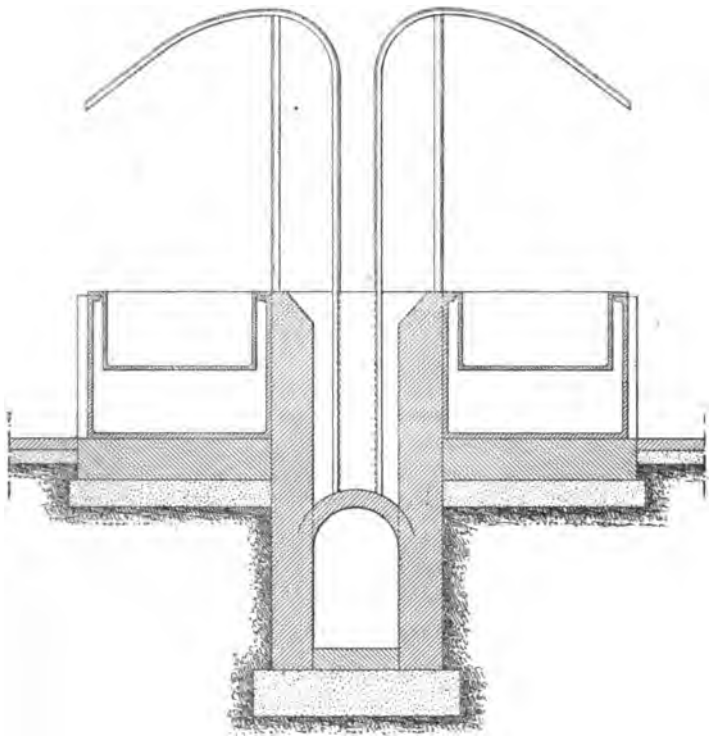
On avait été conduit logiquement à cette solution, qui consistait à utiliser la cheminée pour l'évacuation des vapeurs. On ne pouvait en effet laisser le ventilateur refouler directement les vapeurs dans l'atmosphère; cette solution, possible au Moulin-Blanc où les vents de mer balayent les vapeurs, n'était plus admissible à Angoulême. Dès lors il fallait une cheminée faisant

Digitized by Google

suite au ventilateur, et il était naturel d'utiliser la cheminée du groupe Saint-Pierre, placée à proximité de l'atelier du trempage et dont le tirage semblait présenter une certaine élasticité.

On reconnut bientôt que le système était défectueux; l'introduction dans la cheminée de vapeurs froides et très lourdes coupait le tirage des générateurs, et l'on dut renoncer à évacuer les va-

Fig. 1. — Coupe CD.



Échelle $\frac{1}{10}$.

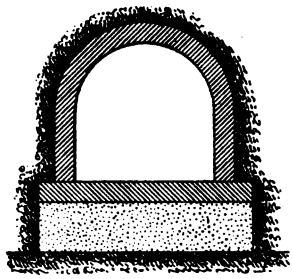
peurs acides dans la cheminée. On remplaça le tuyau en fonte pénétrant dans la cheminée par une hotte en bois placée au-dessus de la fosse, et l'on put marcher ainsi pendant un certain temps.

Des inconvénients que la pratique fit connaître obligèrent néanmoins à renoncer à cette installation. Les sections des carneaux d'aspiration étaient très faibles (environ $0^{m^2},18$ pour le groupe des 6 auges, $0^{m^2},30$ pour le groupe de 24 auges, $0^{m^2},45$ pour le

Digitized by Google

collecteur); de plus, les carneaux présentaient plusieurs changements de direction à angle droit; de là des frottements et des pertes de charge considérables qui nuisaient au bon fonctionne-

Fig. 1. — Coupe EF.

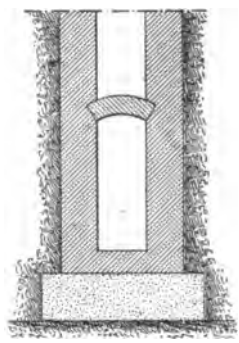


Échelle $\frac{1}{40}$.

ment d'un ventilateur fait pour marcher en aspirant de l'air sous une très faible pression.

Les dimensions restreintes des carneaux rendaient en outre leur visite très difficile et leur nettoyage presque impossible; les

Fig. 1. — Coupe GH.



Échelle $\frac{1}{40}$.

maçonneries attaquées ne pouvaient être réparées et les débris de moellons remplissaient les conduits.

L'écoulement, en dehors de la fosse, des vapeurs acides condensées n'étant pas assuré, tout le sol autour du ventilateur était imprégné d'acide que les pluies entraînaient. Les eaux ainsi acidulées s'infiltraient dans la fosse et le ventilateur y baignant était rapidement hors de service.

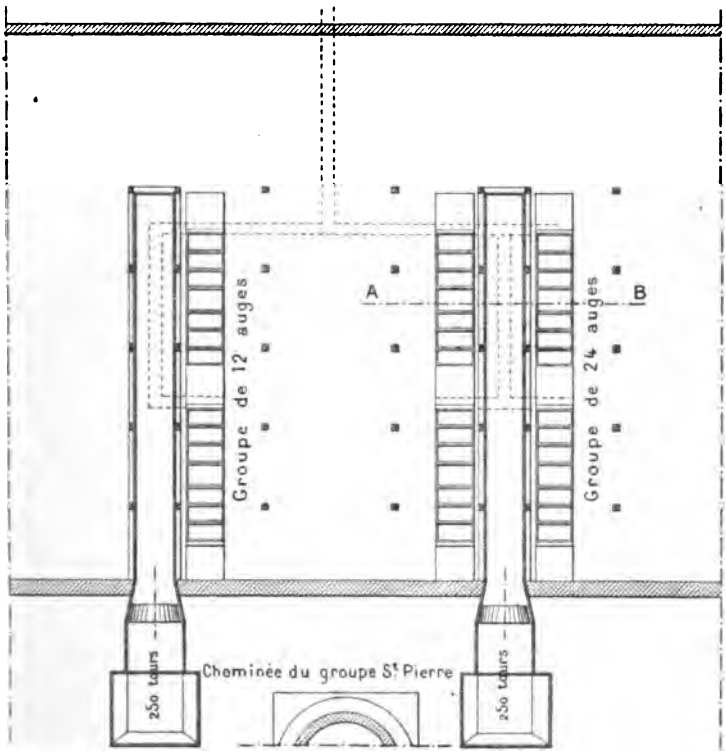
Digitized by Google

Enfin, un tuyau de conduite d'eau de 225^{mm} de diamètre, qui passait dans la fosse, fut, malgré des coaltarages fréquemment répétés, rongé au bout de peu de temps et dut être remplacé.

Ces différentes raisons conduisirent à modifier les dispositions de l'atelier.

Les auges, au nombre de 36, divisées en 3 séries de 12, ont été

Fig. 2. — Plan.



Échelle $\frac{1}{10}$.

disposées le long de deux couloirs placés au-dessus du sol, à l'extrémité desquels les ventilateurs, placés, eux aussi, au-dessus du sol, aspirent directement les vapeurs acides, qu'ils refoulent dans des hottes en bois (*fig.* 2). Les sections des couloirs ont été considérablement augmentées (1$^{m^2}$,70 pour la série de 12 auges et 2$^{m^2}$,20 pour la série de 24 auges). Cette augmentation, jointe à la suppression des changements brusques de direction,

Digitized by Google

a permis de réaliser la ventilation de l'atelier dans des con-

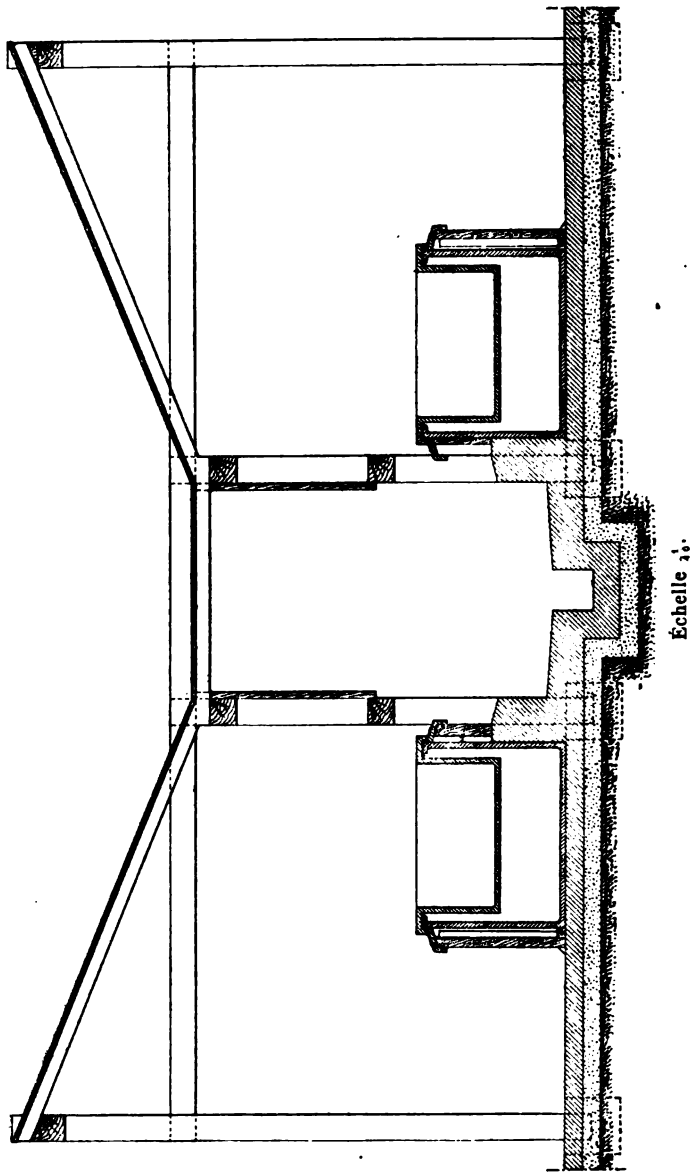


Fig. 2. — Coupe AB. Échelle $\frac{1}{50}$.

ditions très satisfaisantes. L'installation continue à fonctionner ainsi depuis l'année 1889 et ne présente plus actuellement

Digitized by Google

qu'un seul inconvénient : les hottes en bois dans lesquelles sont refoulées les vapeurs acides n'ont que 6^m de hauteur; comme le bâtiment du trempage à côté duquel elles sont placées a 10^m de hauteur, il en résulte que, par certains vents, les vapeurs acides, arrêtées par le toit du bâtiment voisin, retombent autour des hottes, au lieu de se diffuser dans l'atmosphère. De plus, ces hottes en bois sont combustibles, et l'on a observé à plusieurs reprises des commencements d'inflammation sous l'action des vapeurs acides. Enfin les hottes en question sont tout à côté de la cheminée du groupe Saint-Pierre et les vapeurs acides attaquent sérieusement le mortier des briques; cela a nécessité, en 1894, la réfection des joints et le remplacement d'un grand nombre de briques sur une hauteur de 16^m. Aussi le déplacement de ces hottes s'imposera-t-il dans un avenir prochain.

Pour terminer ce qui concerne la ventilation de l'atelier du trempage, nous indiquerons quelques données numériques.

Les couloirs d'aspiration ont chacun 11^m de longueur; ils sont à section rectangulaire de $0^m,85 \times 2^m$ pour le groupe de 12 auges, et de $1^m,10 \times 2^m$ pour celui de 24 auges. Chacun de ces couloirs aboutit, par un raccordement, à un conduit circulaire dans lequel est placé un ventilateur hélicoïdal de $1^m,50$ de diamètre, à cône central plein de $0^m,45$ d'épaisseur, à 8 aubes recouvrantes.

Le ventilateur est en tôle de fer fort de $1^{mm},5$ à 2^{mm} d'épaisseur; sa surface est entièrement recouverte d'une couche d'ébonite. En ayant soin de le coaltarer fréquemment (quatre fois par mois), un tel appareil peut durer huit à dix mois en fournissant un travail de vingt-quatre heures par jour. Les transmissions souffrent davantage du voisinage des vapeurs acides.

Le ventilateur tourne à la vitesse de 250 tours par minute et débite 15000^{mc} d'air par heure; la vitesse moyenne de l'air, mesurée à l'anémomètre, dans une section à $1^m,50$ en amont du ventilateur, est de 3^m.

II. Atelier du turbinage. — Lors de la construction de la fabrique de coton-poudre, en 1887, on se préoccupa uniquement de ventiler l'atelier du trempage. Pour l'atelier du turbinage, on

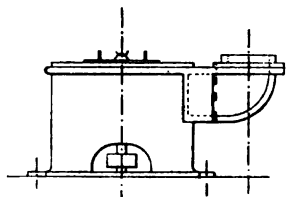
Digitized by Google

comptait adopter des dispositions analogues à celles qui étaient employées à la fabrique de Stowmarket (1).

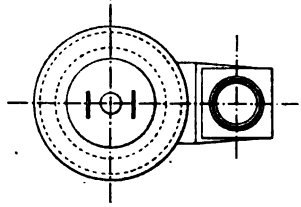
« Pendant l'opération, la turbine est fermée par un couvercle en tôle et les vapeurs acides sont entraînées par la force centrifuge

Fig. 3.

ÉLÉVATION.



PLAN.



Échelle $\frac{1}{20}$.

dans une cheminée en grès, de $0^m,25$ environ de diamètre, greffée sur la surface latérale de l'appareil et aboutissant au-dessus du toit du bâtiment (*fig.* 3). »

Cette solution présentait un inconvénient : la ventilation cesse avec le mouvement de la turbine; or, c'est précisément quand la turbine est arrêtée qu'elle est le plus nécessaire. C'est en effet à ce moment qu'on procède au déchargement et au chargement de l'appareil; le couvercle en tôle qui le recouvre étant enlevé, les vapeurs acides se répandent dans l'atelier.

On essaya alors d'installer au-dessus d'une turbine un ventilateur à axe vertical placé dans une conduite surmontant l'appareil. La commande du ventilateur était disposée de façon que la mise en marche fût provoquée par le débrayage de la turbine, c'est-à-dire au moment de l'arrêt de celle-ci. Ce dispositif fonctionna

(1) Note de M. le sous-ingénieur Guinot sur la fabrication du coton-poudre à Stowmarket et à Waltham-Abbey.

Digitized by Google

d'une façon satisfaisante au point de vue mécanique; mais, en raison de la densité des vapeurs acides et malgré l'adjonction d'une hotte au-dessus et autour de la turbine, on ne put arriver à assainir l'atelier. Cet essai montra d'une façon péremptoire que, pour obtenir une ventilation satisfaisante, il fallait prendre les vapeurs acides au sortir des turbines le plus bas possible.

Aussi, quand on dut se préoccuper de la ventilation du turbinage, on ne s'arrêta pas longtemps à l'idée de ventiler l'atelier avec une conduite d'aspiration placée au-dessus du sol et l'on essaya de réaliser avant tout une installation peu coûteuse, pouvant être établie en peu de temps et permettant, avant de la rendre définitive, de voir si la ventilation fonctionnait dans de bonnes conditions.

La première question à résoudre était celle du ventilateur.

On avait calculé que, pour assurer la ventilation de 8 turbines, il fallait compter pour le ventilateur sur un débit d'au moins 12^{mc} par seconde, soit de 40000^{mc} à l'heure en chiffres ronds, ce débit étant nécessaire pour obtenir une vitesse de 2^{m} à $2^{m},50$ pour l'air passant des turbines dans le couloir d'aspiration (1).

Les ventilateurs Geneste et Herscher, employés à la ventilation du trempage, ont l'avantage d'être très légers; comme il a été dit plus haut, l'enduit en ébonite dont ils sont recouverts leur permet de résister convenablement à l'attaque des vapeurs acides et, avec un bon entretien, leur durée peut être de huit à dix mois. On songea donc tout d'abord à employer des appareils de ce modèle pour la ventilation du turbinage.

MM. Geneste et Herscher, consultés à ce sujet, déclarèrent qu'il leur était impossible de construire des ventilateurs recouverts d'ébonite au delà du diamètre de $1^{m},50$, donnant un débit maximum de 20000^{mc} à 25000^{mc} à l'heure. On eût donc été conduit à employer deux ventilateurs de $1^{m},50$, donnant ensemble 40000^{mc} à l'heure. On fit alors appel à d'autres constructeurs, auxquels on envoya un programme détaillé de la disposition

(1) Cette vitesse est un peu supérieure à celle d'une brise légère (*Aide-Mémoire* de Claudel).

Vent à peine sensible.....	$1^{m},00$
Brise légère.....	$2^{m},00$

Digitized by Google

des lieux et des desiderata à réaliser; on leur demandait en outre que le ventilateur fût simplement en fonte et tôle, de façon à permettre le remplacement facile des parties en tôle. On renonçait ainsi à l'emploi de ventilateurs construits à l'aide de matériaux inattaquables aux acides, pensant, d'une part, que des appareils construits plus simplement coûteraient moins cher et que l'économie faite sur leur achat compenserait leur moindre durée; d'autre part, que cette durée même pourrait être prolongée considérablement par un bon entretien. On avait, à ce point de vue, les données certaines fournies par la poudrerie du Moulin-Blanc : les ailes en tôle des ventilateurs, coaltarées chaque semaine, peuvent durer trois mois et les ventilateurs eux-mêmes, en fonte, près d'un an.

Les ventilateurs recouverts d'ébonite offrent en outre, au point de vue des réparations, un grave inconvénient. Dès que, par suite d'un choc ou de toute autre circonstance, la moindre parcelle d'ébonite est enlevée, il faut, sous peine de voir le ventilateur rapidement hors de service, le démonter et l'expédier au constructeur pour remplacer la couche d'enduit protecteur. Au contraire, avec un ventilateur que nous appellerons *ordinaire*, en ayant soin d'adopter un système simple pour le mode d'attache des ailes au moyeu, il serait facile de remplacer, à la poudrerie même, les ailes usées par les acides.

Les conditions imposées aux concurrents pouvaient donc se résumer ainsi :

Débit de 12^{mc} à la seconde;
Facilité de remplacement des ailes.

Après avoir examiné les appareils proposés et discuté les offres reçues, on adopta le ventilateur proposé par M. Farcot; son diamètre était de $1^{m},60$, il était muni de 8 ailes en tôle de 7^{mm} d'épaisseur, simplement serrées entre deux plaques de fonte et maintenues par des boulons; ce mode de fixation permettait de vérifier facilement l'état des ailes, de les coaltarer fréquemment et de les remplacer rapidement (1).

(1) Le prix du ventilateur Farcot était de 500^{fr}; celui des ventilateurs Geneste et Herscher, employés à la ventilation du trempage, est de 1325^{fr}.

Digitized by Google

L'installation de l'appareil eut lieu dans les conditions suivantes :

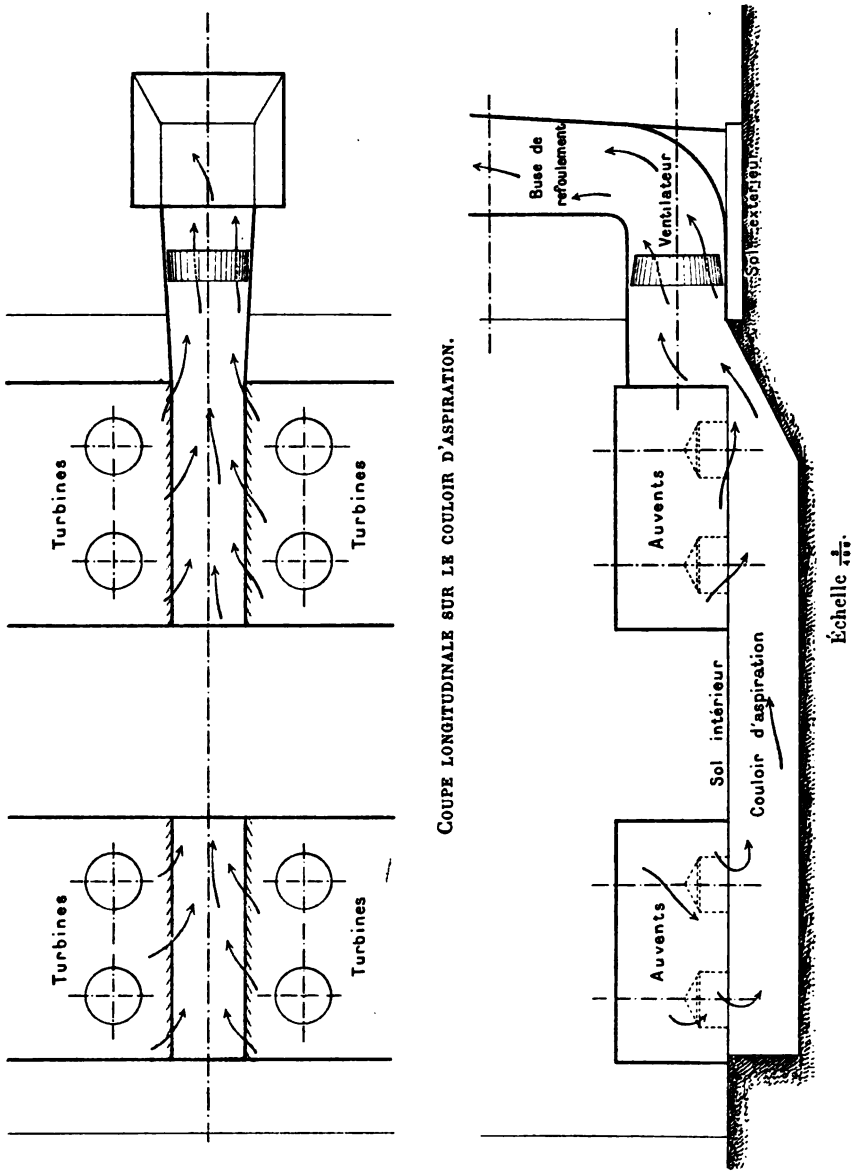


Fig. 4. — Plan.

Coupe longitudinale sur le couloir d'aspiration.

Les turbines à ventiler étaient au nombre de huit, disposées sur

Digitized by Google

deux lignes parallèles, séparées par un couloir en sous-sol dans

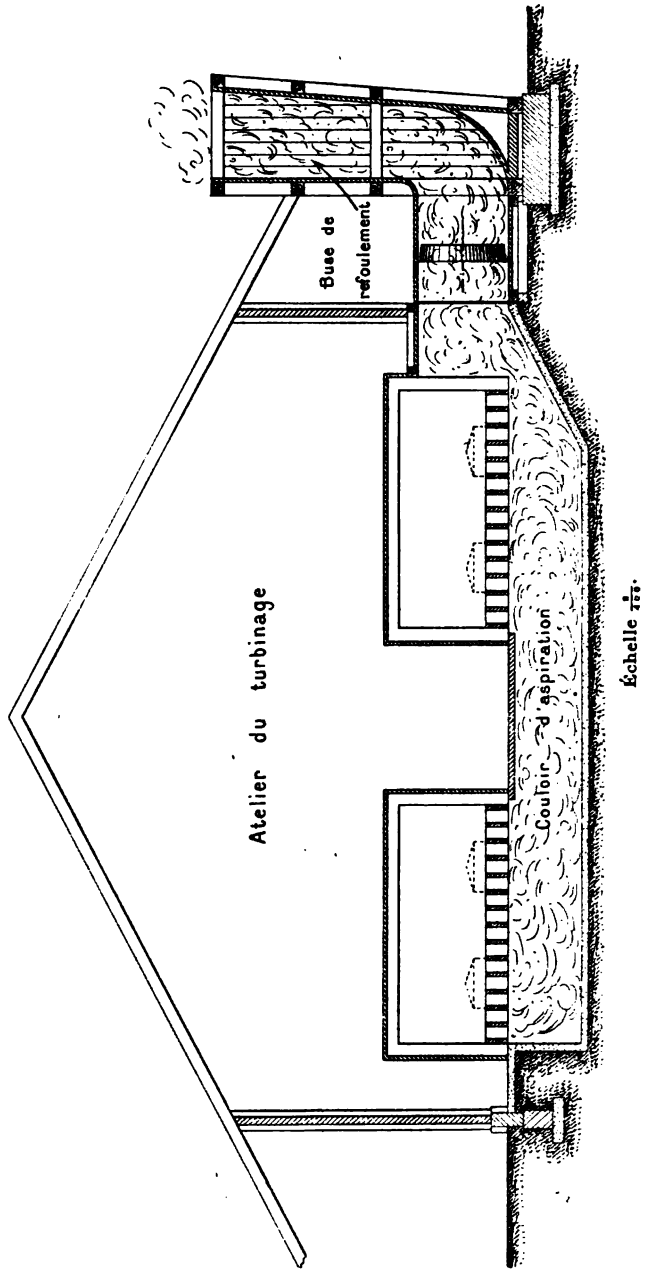
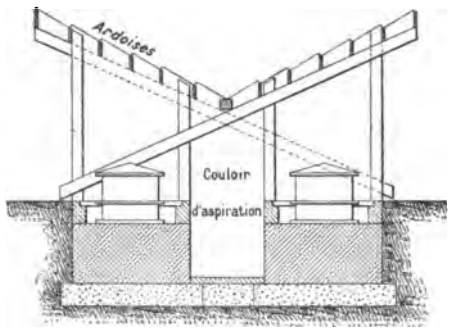


Fig. 4. — Coupe transversale du bâtiment et longitudinale du couloir d'aspiration et de la buse de refoulement.

Digitized by Google

lequel sont placées les tuyauteries destinées à recueillir les vieux acides. Chaque ligne comprend deux groupes de turbines séparées par un passage central (*fig.* 4). On voulut profiter du couloir existant pour y faire passer les vapeurs; on édifia au-dessus de

Fig. 4. — Détail des auvents.



Échelle $\frac{1}{100}$.

chaque groupe de turbines un auvent en bois fermé de trois côtés. La cloison verticale placée au-dessus du couloir fut laissée ouverte sur une hauteur de $0^m,30$; on disposa sur cette hauteur des planches inclinées en forme de persiennes et pouvant facilement être tournées de façon à pouvoir, en faisant varier leur inclinaison, augmenter ou diminuer le passage laissé libre pour l'écoulement des vapeurs et, par suite, diminuer ou augmenter la vitesse d'écoulement.

Après le deuxième auvent, le couloir d'écoulement des vapeurs se rétrécissait pour se terminer en un conduit circulaire dans lequel était placé le ventilateur. L'air était ensuite chassé du ventilateur par un conduit horizontal qui était la continuation du précédent et qui se raccordait par un coude arrondi avec une tour verticale en bois semblable à celles qui servent à la ventilation du trempage.

Les choses étant ainsi disposées, on mesura à l'anémomètre la vitesse de l'air :

1° Dans une section placée à environ 1^m en amont du ventilateur;

2° Dans chaque auvent, entre les persiennes.

La moyenne des mesures donna $2^m,70$ pour la vitesse de l'air

Digitized by Google

dans le premier cas; dans le second cas, la vitesse varia de $2^{m},35$ à $1^{m},88$, suivant que la mesure était faite dans les deux auvents les plus rapprochés du ventilateur ou dans les deux plus éloignés.

Les sections des couloirs de ventilation étant de $3^{m^2},20$ dans le premier cas, le débit obtenu était de

$$3,20 \times 2,70 = 8^{m^3},640$$

par seconde, soit $31\,000^{m^3}$ par heure.

Pour chaque auvent, les persiennes, au nombre de 20, hautes de $0^{m},30$, étaient ouvertes de $0^{m},12$. Les 4 auvents étant ouverts, la section des orifices par lesquels l'air s'écoulait dans le couloir central était égale à

$$4 \times 20 \times 0,30 \times 0,12 = 2^{m^2},88.$$

Le débit était donc par seconde :

$$2,88 \times 2,12 = 6^{m^3},105.$$

Dans ces conditions, la ventilation de l'atelier se faisait d'une manière satisfaisante.

L'installation qui vient d'être décrite avait été faite d'une façon toute provisoire.

En même temps qu'on se préoccupait d'assurer la ventilation de l'atelier du turbinage, il était question de modifier et d'agrandir cet atelier. Ce qu'on voulait donc savoir, avant tout, c'est sur quelle base il fallait établir une installation définitive.

D'après les expériences dont on a donné plus haut les résultats, la ventilation s'effectuait dans des conditions satisfaisantes, avec un débit de $31\,000^{m^3}$ par heure pour 8 turbines en marche.

Le nouvel atelier devant comprendre 2 turbines de plus et le conduit de ventilation devant être allongé, on a admis comme base le chiffre de $5\,000^{m^3}$ par turbine et par heure, ce qui conduisait à un total de $50\,000^{m^3}$ d'air par heure. Avec ce chiffre, on comptait qu'on pourrait ventiler, en outre des turbines, les fosses des émulseurs, où il se produit d'abondants dégagements de vapeurs nitreuses, et même les bacs où l'on recueille les vieux acides provenant du turbinage. L'expérience du turbinage, comme celle du trempage, avait démontré en outre que, pour empêcher les vapeurs acides de rentrer dans les ateliers, il était nécessaire de

Digitized by Google

les conduire assez loin et de ne les déverser dans l'atmosphère qu'à une hauteur assez grande, de façon qu'elles puissent être diluées et entraînées par le vent.

Enfin, avec les installations précédemment décrites, les ventilateurs exigent un entretien très minutieux et leur durée est assez limitée.

On se proposa donc, dans l'installation définitive, d'adopter un ventilateur pouvant enlever $50\,000^{m^3}$ d'air à l'heure, l'air expulsé devant être déversé à 15^m au-dessus du sol et le ventilateur devant être soustrait à l'action des vapeurs acides. Au moment où cette installation était à l'étude, MM. Geneste et Herscher venaient de réaliser la ventilation des salles d'accumulateurs du secteur électrique de la place Clichy. On s'adressa à eux et ils s'engagèrent à réaliser les desiderata au moyen d'un ventilateur de $0^m,80$ de roue, qui insufflerait de l'air sous pression dans la cheminée d'évacuation des vapeurs.

Cette installation vient d'être terminée et nous allons donner quelques détails à ce sujet.

Les turbines à ventiler sont actuellement au nombre de 10, disposées comme il a été dit plus haut. Le conduit qui sert à l'expulsion des vapeurs est toujours celui qui servait pour la ventilation provisoire; on l'a seulement prolongé jusqu'à la cheminée d'appel qui a été placée entre le bâtiment **158** (émulseurs) et l'égout collecteur du bâtiment **155**. La section du couloir, à son extrémité, est égale à $2{,}00 \times 1{,}26 = 2^{m^2},52$. Pour éviter de percer dans la cheminée une seule ouverture de cette dimension, le couloir, avant son arrivée dans la cheminée, se divise en deux conduits distincts et l'on a pratiqué dans la cheminée deux pénétrations voûtées, séparées par un fort piédroit en granit; le raccordement de chacun des conduits avec la cheminée se fait par un rampant en bois à grande courbure (*fig.* 5). La cheminée a une hauteur de 17^m au-dessus du fond du couloir. Son diamètre a été calculé en admettant pour le courant d'air une vitesse de 6^m. Le débit devant être de $50\,000^{m^3}$ à l'heure, soit environ 15^{m^3} à la seconde, la section devait être égale à $\frac{15}{6} = 2^{m^2},50$, ce qui correspond à un diamètre de $1^m,80$; c'est le chiffre qui a été adopté.

A son extrémité et sur une hauteur de $3^m,70$, le diamètre passe

Digitized by Google

de $1^{m},80$ à $2^{m},20$, afin de réduire la vitesse du mélange d'air aspiré et injecté à sa sortie dans l'atmosphère. On a employé pour la construction des briques et du mortier de ciment avec sable

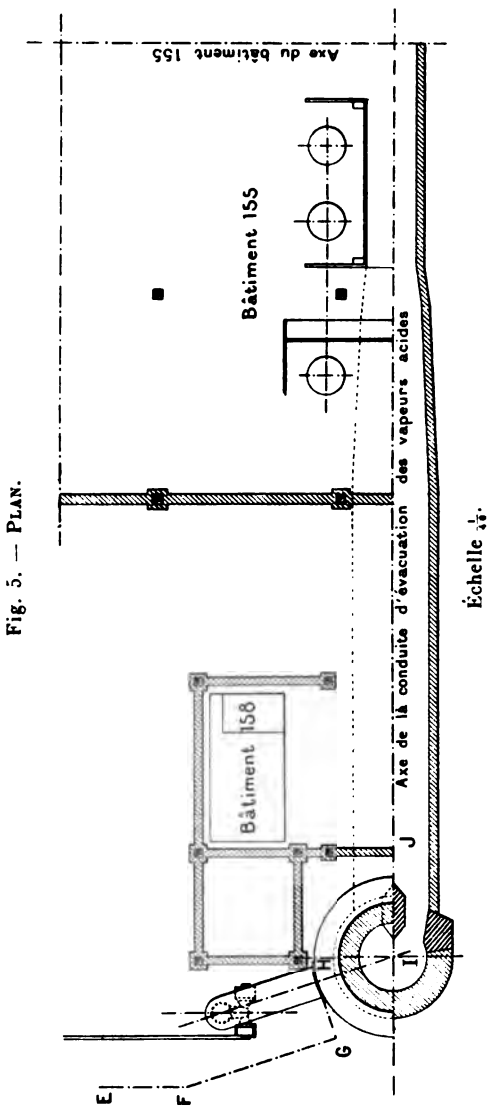


Fig. 5. — Plan. Échelle $\frac{1}{40}$.

siliceux; les fondations sont faites avec du béton de ciment pour lequel on a employé exclusivement des cailloux et du sable sili-

Digitized by Google

ceux; tout l'intérieur est garni de briques en grès cérame qui offrent une résistance particulièrement grande à l'action des acides; les piédroits et les linteaux des ouvertures sont en granit;

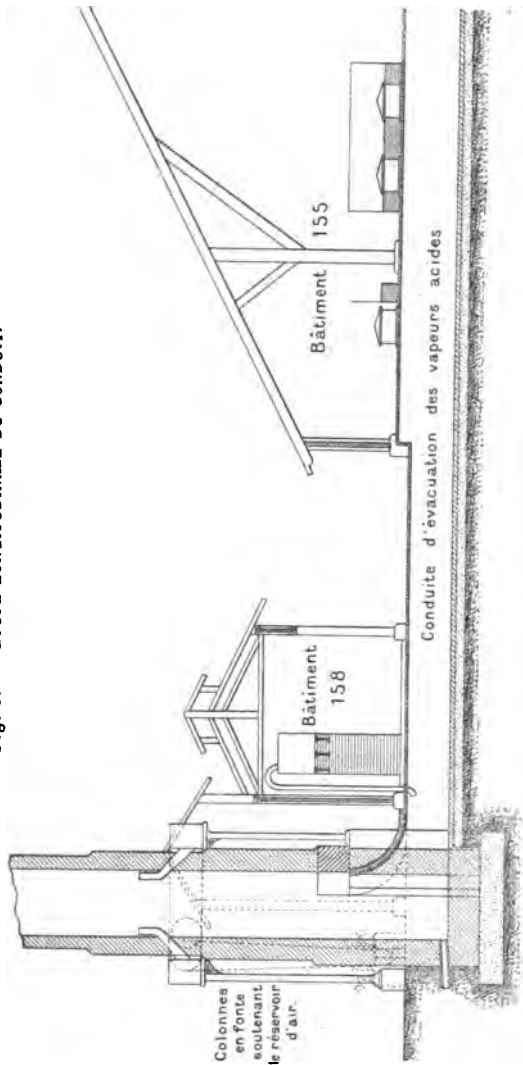


Fig. 5. — Coupe longitudinale du conduit.

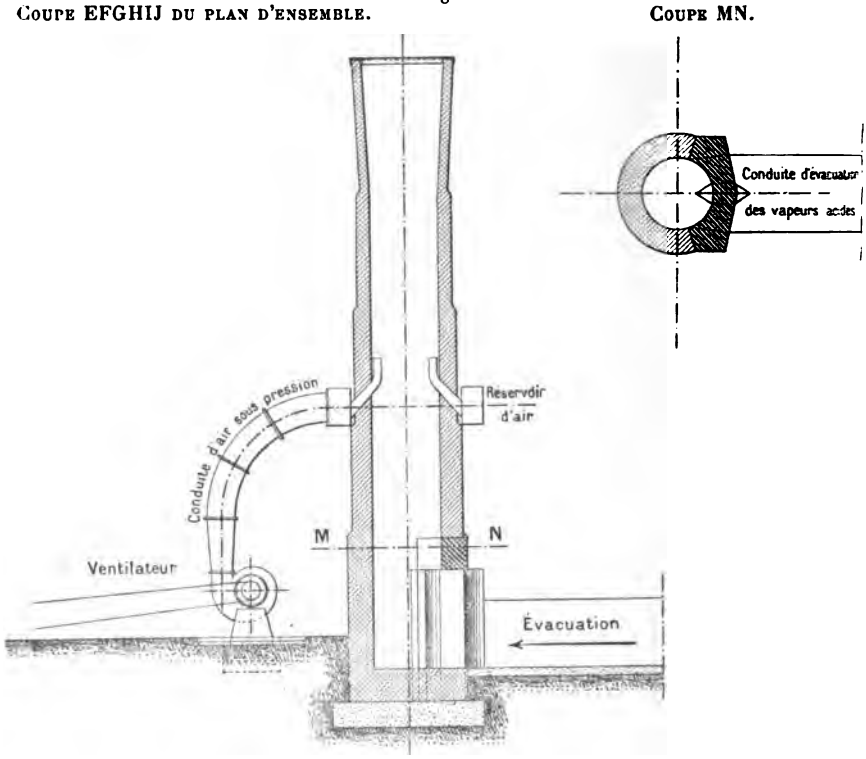
Échelle $\frac{1}{40}$.

les dimensions en ont été calculées en admettant pour la charge à supporter $\frac{1}{25}$ seulement de la charge de rupture. L'épaisseur des parois de la cheminée va en diminuant de 0,70 à 0,22; mais la

Digitized by Google

section intérieure devant être constante, c'est à l'extérieur qu'on a retranché une rangée de briques tous les trois mètres; à chaque changement de diamètre, on a recouvert la dernière rangée de briques d'un solin en ciment. Le couronnement est en outre recouvert de plaques en fonte qui s'emboîtent sur le dernier rang de briques et sont réunies entre elles par des boulons. C'est dans

Fig. 5.



Échelle $\frac{1}{40}$.

cette cheminée que le ventilateur refoule de l'air sous pression. L'appareil est du système Geneste et Herscher, à aubes coniques cylindriques divergentes; son diamètre est de $0^m,80$; en tournant à la vitesse de 800 tours par minute, il débite $6^{m^3},7$ d'air à la seconde, à la vitesse de 35^m.

Le ventilateur refoule l'air dans une conduite en fonte de $0^m,80$ de diamètre et de $0^m,02$ d'épaisseur, qui aboutit à un réservoir

Digitized by Google

d'air de 4^m de diamètre intérieur concentrique à la cheminée. Les dimensions de celui-ci sont de 1^m de hauteur et de $0^m,65$ de largeur; il est formé de 6 tronçons en fonte réunis par des boulons. L'air passe du réservoir dans la cheminée par l'intermédiaire de 6 tuyères qui se relèvent dans la direction de l'axe de la cheminée (1). Chacune de ces tuyères a un diamètre de $0^m,20$ et une section de $0^{m^2},0314$; leur surface totale est donc $0^{m^2},19$. Il en résulte que l'air qui s'en échappe a une vitesse de $\frac{6^{m^3},7}{0^{m^2},19} = 35^m$. D'autre part, l'air circule dans la conduite d'évacuation des vapeurs acides avec une vitesse qui va en augmentant de l'origine jusqu'à la cheminée, où elle atteint 7^m. Le débit en ce point est de 17^{mc} à 18^{mc} à la seconde. Les pertes de charge dans toute la conduite d'évacuation, mesurées au manomètre à eau, s'élèvent à 5^{mm} ou 6^{mm}.

Dans les conditions qu'on vient d'indiquer, l'installation fonctionne bien et la ventilation se fait d'une façon très satisfaisante. On a pu ventiler non seulement les turbines, mais encore les bacs où l'on recueille les vieux acides. Il a suffi de les revêtir d'un couvercle en bois percé d'un trou dans lequel pénètre un tuyau en grès qui aboutit d'autre part dans le conduit d'aspiration.

Le bâtiment 158 renferme 4 bacs analogues; avant l'installation du ventilateur, il s'y produisait d'abondants dégagements de vapeurs nitreuses qui rendaient le séjour dans cet atelier extrêmement pénible. Actuellement, on n'y sent plus aucune vapeur acide.

En résumé, les avantages de la nouvelle installation sont les suivants :

Le ventilateur n'est pas soumis directement à l'action des vapeurs acides, alors qu'un ventilateur centrifuge est forcément placé dans le conduit même d'évacuation. Il permet de réaliser des pressions beaucoup plus fortes; nous avons dit que dans le conduit d'évacuation on avait obtenu une vitesse d'air de 7^m avec une pression de 6^{mm}. Dans l'ancienne installation, on n'avait pu atteindre au maximum que 3^m de vitesse avec 2^{mm} à 3^{mm} de pression.

---

(1) Ces tuyères sont actuellement faites en plomb; il sera bon de les remplacer par des tuyaux en grès.

Digitized by Google

Enfin, la caractéristique de l'installation nouvelle est sa grande flexibilité. Alors que la position d'un ventilateur centrifuge est imposée, et que, par suite, il faut que les transmissions soient agencées en vue de cette position obligée, l'emplacement du ventilateur nouveau, au contraire, est absolument arbitraire et peut être fixé suivant les circonstances; la tuyauterie qui relie le ventilateur à la cheminée variera seule et sera tracée en conséquence.

Examinons par contre quels inconvénients présente la nouvelle installation.

Au point de vue mécanique, les vitesses demandées à l'air sont trop fortes. Il eût été préférable de s'en tenir à des vitesses de 4^{m} à 5^{m} et de diminuer les résistances dans le caniveau d'évacuation des vapeurs acides.

Une des plus importantes est constituée par les deux tuyauteries qui conduisent les vieux acides depuis les turbines jusqu'aux bacs placés dans le bâtiment 158. Ces conduites, de $0^{m},150$ de diamètre extérieur et brides de $0^{m},300$, avec les supports qui les maintiennent de distance en distance, constituent certainement de sérieux obstacles à la marche de l'air et occasionnent des remous qui ne sont pas sans influence sur le rendement de l'appareil. Il eût été bon également d'allonger l'avant-bec du piédroit de la cheminée de façon que les filets d'air n'aient pas à subir un changement trop brusque de direction.

Toutes ces pertes de charge ne sont pas négligeables et finissent par se chiffrer d'une façon appréciable. La nouvelle installation en est la meilleure preuve. Le ventilateur devait assurer dans la conduite d'évacuation un débit de 20^{m^3} par seconde, en tournant à la vitesse de 600 tours : on n'avait pas suffisamment tenu compte de toutes les pertes de charge, et il a fallu faire marcher le ventilateur à 800 tours pour arriver à un débit de 18^{m^3} (1).

III. Atelier du triage et du cardage. — La ventilation par

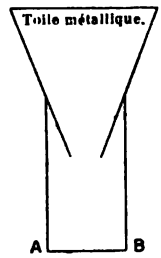
(1) Postérieurement à l'époque à laquelle cette note avait été rédigée, on a modifié la disposition des conduites servant à l'évacuation des vieux acides, et on les a placées en dehors du caniveau de ventilation, en laissant celui-ci entièrement libre.

Cette modification a eu pour résultat une augmentation sensible de la vitesse de l'air dans le caniveau; la vitesse au pied de la cheminée a atteint le chiffre de $8^{m},56$, correspondant à un débit de $21^{m^3},4$ par seconde.

Digitized by Google

insufflation d'air sous pression ayant donné de bons résultats, on se propose de réaliser une installation analogue pour ventiler les ateliers de triage et de cardage du coton. Une table de triage sera constituée (*fig.* 6) par une toile métallique fixée sur deux planches inclinées, laissant entre elles, à leur partie inférieure, un espace libre par lequel les déchets du triage pourront tomber dans un caniveau AB dans lequel l'air circulera avec une vitesse de 4^m environ.

Fig. 6.



Un ventilateur enverra de l'air sous pression qui viendra déboucher, au moyen de buses, dans un caniveau qui s'épanouira à son extrémité et viendra se terminer au-dessus d'un courant d'eau qui entraînera les déchets, de façon à éviter de vicier l'atmosphère autour de l'atelier.

La ventilation de l'atelier du cardage se fera d'une façon analogue, mais sera plus délicate ; la carde produit en effet des courants d'air de directions et d'intensités très variables. Il faudra l'entourer d'un conduit dans lequel l'air circulera avec une vitesse de 4^m environ, mais il tombera dans ce conduit une quantité notable de coton qu'il faudra recueillir.

On y parviendra en ménageant dans le conduit un grand élargissement de section, de façon à former une chambre où, la vitesse étant considérablement réduite, le coton viendra se déposer.

Angoulême, le 20 août 1895.

Digitized by Google

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

DYNAMITIÈRES SOUTERRAINES.

RAPPORT N° 89. — 10 OCTOBRE 1895.

RAPPORT

SUR L'ÉTUDE DES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES DYNAMITIÈRES SOUTERRAINES.

Par dépêche du 27 novembre 1893, le ministre de la guerre a saisi la Commission des substances explosives, sur la demande de M. le ministre des travaux publics, de l'étude des questions qui se rattachent à l'établissement de dépôts de dynamite dans les travaux souterrains des exploitations minières, et il a désigné M. l'inspecteur général Mallard et MM. les ingénieurs en chef des mines Ledoux et Le Châtelier comme membres adjoints et temporaires de la Commission des substances explosives pour la durée de l'étude en question.

Le ministre de la guerre a communiqué à la commission, pour servir de base à ses études, un rapport de la Commission du grisou (établi par M. Mallard), sur les conditions d'établissement des dynamitières souterraines (1).

(1) Voir ci-après le document annexe n° 1.

Digitized by Google

Le rapport précise tout d'abord la nature du problème soumis à la commission. Il consiste à déterminer les conditions dans lesquelles devraient être établis des dépôts souterrains de dynamite ou autres explosifs détonants, dont l'importance pourrait être de 2000^{kg}, pour conjurer, dans le cas fortuit d'une explosion, les effets redoutables à prévoir, soit dans la mine, soit dans les constructions de la surface.

L'emploi, comme dynamitière, d'une galerie de section convenable et l'adoption d'une densité de chargement suffisamment faible, par mètre courant de galerie, permettent de réduire les pressions moyennes à craindre, en cas d'explosion dans cette galerie, à des valeurs relativement faibles, ne dépassant pas une centaine d'atmosphères, quelle que soit l'importance de la dynamitière.

Dans ces conditions et eu égard aux formules expérimentales admises par le service du génie (1), il ne semble pas qu'il y ait de difficulté sérieuse à prévoir pour réaliser, en cas d'explosion, la sécurité de la surface et des galeries voisines du magasin contre les actions destructives propagées par compression à travers le massif.

Reste la grave question de l'invasion des galeries par les gaz provenant de l'explosion.

Toutes les observations connues, relatives à l'écoulement de masses considérables de gaz à grande vitesse et à haute température, conduisent à attribuer à cette cause de danger une importance prépondérante, et le rapport de la Commission du grisou appelle l'attention sur la nécessité de chercher, par des dispositifs d'obturation convenables, à isoler les travaux de la dynamitière au moment de l'explosion.

Le rapport signale enfin la cause de danger qui pourrait résulter, même en cas d'obturation consécutive à l'explosion, du passage d'une onde condensée se propageant dans les galeries à la manière du son, c'est-à-dire sans déplacement d'ensemble de la masse gazeuse.

Telles sont les questions soulevées par la Commission du grisou, questions que le rapporteur émet le désir de voir résoudre par des expériences entreprises par la Commission des substances explosives.

---

(1) Voir ci-après le document annexe n° 3.

Digitized by Google

Les recherches de la Commission des substances explosives ont été poursuivies pendant le cours des années 1894 et 1895 : bien que ces recherches ne puissent être considérées comme terminées, et que les résultats obtenus concernent des expériences entreprises sur une échelle restreinte, la commission estime qu'il y a lieu de signaler dès aujourd'hui les résultats acquis, parce qu'ils sont susceptibles de servir de base à des expériences en grand, effectuées dans des conditions voisines de la pratique. La commission ne dispose pas des moyens nécessaires pour entreprendre ces expériences en grand ; mais elle a lieu de penser que les grandes entreprises industrielles, intéressées à la solution de la question posée, pourront en prendre l'initiative.

Dès ses premières discussions, la commission est arrivée à la conclusion que les dynamitières souterraines ne pouvaient être établies dans des conditions de sécurité acceptables qu'à la condition qu'un dispositif d'obturation, susceptible de fonctionner automatiquement en cas d'explosion, pût être établi sans complication excessive.

Conformément à l'avis de la Commission du grisou, la Commission des substances explosives estime qu'une réduction convenable de la densité de chargement, dans la partie de la dynamitière occupée par les explosifs, permet d'annuler les actions destructives propagées par la compression du massif, soit sur la surface, soit dans les galeries voisines du centre d'ébranlement ; mais elle considère comme susceptible de produire des effets désastreux, à des distances considérables, l'expansion à travers les galeries des gaz provenant de la détonation de la masse explosive. Une obturation, même limitée à la durée de quelques secondes, suffit au contraire, à son avis, pour transformer le phénomène. Dans cet intervalle, en effet, la pression de la masse gazeuse doit se réduire, par le refroidissement, au dixième de sa valeur, et les infiltrations à travers les couches poreuses du massif tendent à abaisser encore la pression bien au-dessous de cette limite.

A l'appui de cette manière de voir, la commission rappelle que tel est le fonctionnement des explosifs dans toutes les expériences en vase clos, où l'obturation, parfaite au moment de la pression, ne subsiste pas en général dans la période de refroidis-

Digitized by Google

sement et laisse échapper, sous forme inoffensive, sans bruit et sans érosion, les produits de la combustion.

Tel est encore le mode de fonctionnement des fourneaux sous-chargés, qui laissent dégager, sous forme de fumées et de gaz sans vitesse, les produits emmagasinés par les terres au moment de l'explosion.

C'est dans cet ordre d'idées que la commission a cherché, d'une part, un dispositif d'obturation automatique et, d'autre part, les moyens de le soustraire à des actions locales, capables d'en compromettre le fonctionnement.

I. — Dispositifs d'obturation automatique.

La nécessité d'un fonctionnement automatique résulte du fait que l'explosion d'une dynamitière ne paraît admissible que par suite de chocs ou d'inflammations résultant de manipulations intérieures : dans ces conditions, il est évident que c'est pendant que la dynamitière est ouverte et en communication avec le reste de la mine que les dispositifs d'obturation doivent être efficaces, et la commission a pensé que tout procédé fondé sur la fermeture de portes ou de tampons manœuvrés par le personnel devait être regardé comme une garantie insuffisante, sans parler des difficultés inhérentes à la manœuvre journalière d'engins de masse forcément très considérable, eu égard à l'énormité des efforts qu'ils sont appelés à supporter en cas d'explosion.

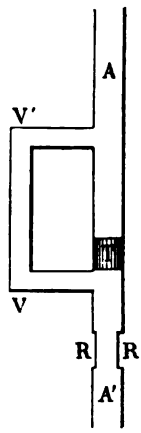
La commission s'est arrêtée au dispositif suivant, qui ne prête pas aux mêmes objections :

La galerie d'accès AA′ de la dynamitière reçoit un tampon T, du diamètre de la galerie, susceptible de venir s'appliquer, par un déplacement égal environ à son diamètre, sur un siège RR formé par un rétrécissement de la galerie. En temps normal, le tampon reste en T, éloigné de son siège, et la communication des parties A et A′ de la galerie est assurée par la dérivation doublement coudée ou vilebrequin VV′. En cas d'explosion, le retard qu'éprouve la chasse de gaz à parcourir le vilebrequin et les pertes de charge, dues au triple changement de direction rectangulaire du courant gazeux, permettent au tampon d'arriver sur son siège avant qu'il se soit produit un écoulement sensible par la dérivation. Ce dis-

Digitized by Google

positif, expérimenté sur un appareil d'essai de laboratoire, ayant fourni des résultats satisfaisants (¹), la Commission a été conduite à établir un appareil de dimensions plus considérables, permettant

Fig. 1.



d'étudier le fonctionnement de l'obturation, dans des conditions se rapprochant de la pratique.

L'appareil établi à Sevran se compose d'un tube en tôle rivée, de 30^{cm} de diamètre et de 9^{m} de longueur, figurant la galerie affectée à la dynamitière : le tube est fermé à l'une de ses extrémités et présente à l'autre extrémité la dérivation doublement coudée et le siège destiné à recevoir le tampon obturateur après son déplacement.

Les expériences ont montré que des pressions très faibles, n'atteignant pas 5^{kg} par centimètre carré, c'est-à-dire le 1/20 de la pression prévue par la commission du grisou, suffisent à provoquer le déplacement du tampon et la fermeture hermétique, sans fuite appréciable par la dérivation.

Dans les expériences effectuées sous des pressions plus fortes, atteignant 25^{kg} ou 30^{kg}, la commission s'est trouvée aux prises avec des difficultés résultant de l'insuffisance de la résistance du tube et du siège, soumis à la percussion violente du tampon obturateur : les procès-verbaux rendent compte des ruptures observées dans ces conditions. Mais, au point de vue spécial du fonction-

(¹) Voir ci-après le document annexe n° 4.

Digitized by Google

nement du système obturateur, ces expériences n'en restent pas moins probantes, parce qu'elles ont permis de constater que le tampon est moulé sur son siège, avant toute fuite par la dérivation.

Des expériences effectuées sous des pressions très réduites, dans lesquelles la pression sur le tampon obturateur ne dépassait pas 1^{kg} par centimètre carré, ont permis de constater le déplacement du piston et son application sur son siège, de sorte que la commission estime que le système, convenablement allégé en vue du fonctionnement sous de faibles pressions, pourrait être utilisé, soit pour protéger la dynamitière contre les effets d'un coup de grisou, soit pour assurer l'isolement des diverses parties d'une mine, en limitant les effets d'une explosion à la région dans laquelle elle s'est produite.

On peut observer qu'il n'y a pas lieu de considérer l'accroissement des dimensions du système comme une cause de fonctionnement moins parfait. Il est aisé de voir, en effet, que, si l'on conserve la similitude, des tampons de même nature, mis en mouvement par les mêmes pressions, arriveront sur leur siège avec les mêmes vitesses, mais dans des temps croissant dans le rapport de similitude. Mais comme, d'autre part, les retards dus aux parcours de la dérivation, ou aux réflexions résultant des changements brusques de direction, croissent également dans le rapport de similitude; le rapport des durées de déplacement, soit du tampon, soit de la chasse de gaz obligée de parcourir la dérivation, reste le même, quelles que soient les dimensions du système, et les raisons physiques, qui assurent le bon fonctionnement d'un appareil de 30^{cm} de diamètre, doivent assurer l'obturation d'une galerie de section normale.

Dans ces expériences, les charges explosives étaient constituées par la poudre noire, c'est-à-dire par une matière explosive à combustion lente. Ces conditions sont évidemment moins favorables qu'une compression brusque au déplacement rapide de l'obturateur ; mais il était nécessaire de constater le fonctionnement du système dans ces conditions, parce qu'il y a lieu de prévoir que, dans le cas d'un incendie provoqué dans une dynamitière, une période de combustion relativement lente précéderait forcément la détonation.

La commission regarde donc les expériences qu'elle a effectuées

Digitized by Google

dans l'appareil mentionné plus haut comme suffisantes pour établir l'efficacité, sous les pressions moyennes, et *a fortiori* sous les pressions élevées, du dispositif auquel elle s'est arrêtée, à la condition que le tampon obturateur et le siège sur lequel il s'appuie soient susceptibles de résister sans dislocation aux chocs et aux pressions auxquels ils sont soumis.

II. — Étude de la résistance du dispositif d'obturation.

L'étude des conditions de résistance du tampon obturateur aux percussions produites par l'explosion est indépendante du fonctionnement de la dérivation. Il a, par suite, été possible, pour cette étude, de simplifier l'appareil par la suppression de la dérivation.

La commission a utilisé pour ses expériences un canon de 27^{cm}, hors de service, mis à sa disposition par le laboratoire central de la marine, à Sevran. Ce canon a été muni à la bouche d'une plaque réunie au canon par une couronne de boulons, et portant le siège sur lequel venait s'appliquer le tampon obturateur, après un parcours dans l'âme de 1 calibre environ.

La grande résistance de la pièce a permis d'utiliser les explosifs dans les conditions de densité de chargement du 1/100, prévues par la Commission du grisou, et en provoquant la détonation de la charge par une amorce au fulminate.

La commission a expérimenté dans ces conditions différents types de sièges, dont l'orifice de sortie était réduit aux 3/4 ou aux 2/3 de la section du tube. Elle a étudié également divers types de tampons : les uns sphériques, formés de rondelles de carton assemblées par un boulon formant un diamètre de la sphère ; les autres cylindriques, constitués par des rondelles de carton ou de bois, simplement clouées les unes sur les autres. Les expériences ont conduit à regarder comme préférable ce dernier type de tampon cylindrique, combiné avec un siège plan, présentant un orifice de section réduite aux 2/3 de la section principale.

Les dernières expériences effectuées par la commission, dans sa séance du 28 septembre, à Sevran, sont particulièrement probantes. La détonation de la charge par l'ouverture de la plaque formant siège, sans interposition de tampon obturateur, donne

Digitized by Google

lieu à une violente explosion, comparable à celle d'une bouche à feu de gros calibre. L'interposition d'un tampon obturateur ne laisse percevoir qu'un bruit comparable à l'explosion d'une amorce, et la totalité des gaz et des produits solides restent confinés dans le tube, où la pression, par suite du refroidissement des condensations et de fuites inoffensives, se réduit en quelques secondes à une valeur insignifiante.

L'appareil dont disposait la commission ne permettait pas de faire varier la position du système obturateur par rapport à la charge explosive, et c'est toujours suivant l'axe du système détonant que le tampon obturateur a été disposé.

Or, il résulte d'études antérieures que des phénomènes ondulatoires se produisent toujours dans la déflagration violente de charges explosives allongées et que c'est, par suite, aux extrémités des capacités closes allongées, dans lesquelles se produit la déflagration, que doivent s'observer les surpressions, parfois considérables, qui résultent de l'arrêt des masses gazeuses en mouvement.

La commission a contrôlé, par des mesures directes de pression effectuées dans l'éprouvette de 27^{cm}, la réalité de ces surpressions, qui ont atteint des valeurs s'élevant jusqu'à quatre fois la pression moyenne, correspondant à l'entière combustion de la charge.

D'autre part, des expériences en vase clos, de laboratoire, effectuées sur des tubes de 3 à 4 mètres de longueur, avec enregistrement des pressions aux extrémités du tube et sur divers points de sa longueur, ont montré le caractère périodique des surpressions aux extrémités; elles fonctionnent comme des nœuds, alors que la partie moyenne du tube fonctionne comme ventre et ne supporte que des pressions très réduites et voisines de la pression normale.

Ces observations conduisent la commission à une conclusion importante, concernant la disposition des dynamitières : c'est la nécessité d'adopter la disposition en T, dans laquelle la branche transversale serait affectée au dépôt d'explosif, et l'autre branche, ou galerie d'accès, recevrait le dispositif d'obturation et le vilebrequin de branchement.

Dans ces conditions, quel que soit le point initial de l'explosion, le dispositif d'obturation sera soustrait aux surpressions, résultant

Digitized by Google

de la propagation de la détonation dans la galerie, et il y a lieu de penser que les conditions réalisées dans les expériences de la commission sont plus dures pour le dispositif d'obturation que celles qui se présenteraient dans la pratique.

En ce qui concerne l'influence de l'accroissement des dimensions du système sur les efforts mis en jeu pendant l'obturation, on doit observer que, sous des pressions motrices égales, les tampons abordant le siège avec la même vitesse, les forces vives à éteindre, dans le travail de compression et de matage du tampon, croissent comme le cube du rapport de similitude ; d'autre part, les surfaces d'appui croissent comme le carré de ce rapport, et la déformation du tampon dans le sens de sa longueur croît aussi comme le rapport de similitude : il y a donc lieu de prévoir, dans tous les cas, le même effort moyen de résistance du siège par centimètre carré.

Il reste à signaler, enfin, que le mode de formation des tampons, par rondelles de carton flexible superposées, se prête au montage dans la mine même sans difficulté de passage des éléments par l'orifice rétréci du siège. La commission a lieu de penser qu'un diamètre voisin de 1m,50 peut être obtenu sans difficultés industrielles.

La confection des tampons a pu également être réalisée par application de planches de bois tendre, tel que le peuplier, assemblées dans les conditions que nécessiteraient les dimensions d'une galerie normale.

Bien que ce système ait fonctionné d'une façon satisfaisante sous les pressions élevées, la commission est d'avis qu'en raison des déformations considérables qu'il subit, il ne devrait être appliqué qu'à la préparation de tampons légers, destinés à fonctionner sous les faibles pressions, résultant, par exemple, d'une explosion de grisou.

III. — Influence des coudes sur la répartition des pressions.

Les expériences entreprises par la commission ont également fourni quelques données sur le rôle qu'exercent les coudes et les brusques changements de direction, imposés aux masses gazeuses, sur le mode de répartition des pressions dans les galeries.

Ces expériences encore incomplètes, effectuées au laboratoire

Digitized by Google

central des poudres sur des tubes en acier de 22^{mm} de diamètre intérieur, montrent que l'influence des coudes consiste dans l'atténuation rapide des effets dynamiques qu'exerce la mise en mouvement des masses gazeuses; de telle sorte que la pression mesurée à l'extrémité de la galerie se rapproche de la valeur de la pression statique correspondant à l'expansion des gaz dans le volume total.

Les nombres suivants sont donnés à titre de premiers renseignements sur ce sujet.

A l'aide d'une charge explosive convenable, condensée à l'extrémité d'une galerie, on provoque à cette extrémité une pression locale de 1000 à 1200^{kg} par centimètre carré. Les gaz se détendent dans la galerie rectiligne et produisent à l'autre extrémité une pression de 350^{kg} environ, égale à trois fois et demie la pression moyenne statique, qui résulterait de la combustion de la charge uniformément répartie dans le volume. Il suffit, sans changer la longueur de la galerie, d'y disposer un seul coude rectangulaire, pour que la pression à l'extrémité opposée à la charge s'abaisse au-dessous de 150^{kg}, c'est-à-dire à une valeur voisine de la pression moyenne.

Conclusions.

En résumé, les expériences entreprises par la commission conduisent à un certain nombre de règles, dont l'application lui paraît indispensable au succès d'une expérience en grand.

Elle est d'avis que les résultats dès à présent obtenus suffisent à rendre praticable une expérience de cette nature.

Paris, le 10 octobre 1895.

Le rapporteur,
P. VIEILLE.

Adopté par la Commission des substances explosives, dans sa séance du 10 octobre 1895.

Le secrétaire,
P. VIEILLE.

Le président,
BERTHELOT.

Digitized by Google

DOCUMENTS ANNEXES AU RAPPORT N° 89.

DOCUMENT N° 1.

COMMISSION DU GRISOU.

RAPPORT

Sur les conditions d'établissement de dynamitières souterraines.

La question des dynamitières souterraines se présente sous deux aspects très différents, suivant que ces dynamitières ne sont que des magasins secondaires, servant seulement à emmagasiner la provision de 4 à 5 jours, ou qu'elles sont destinées à remplacer complètement les dynamitières superficielles et qu'elles peuvent être appelées, par conséquent, à renfermer la provision nécessaire à deux ou trois mois. Lorsque la Commission a exprimé le vœu que les dynamitières souterraines puissent être autorisées, elle avait spécialement en vue les dynamitières secondaires. Elles ont, en effet, l'avantage de mettre la dynamite distribuée aux ouvriers à l'abri de la gelée, qui se produit vers 8° environ et qui est pour l'exploitation une gêne sérieuse; on évite ainsi de la sorte les dangers provenant de la descente, chaque jour, des explosifs remis à la surface aux ouvriers. La quantité d'explosifs renfermée dans les dynamitières de cette nature ne dépasserait guère, dans les cas les plus extrêmes, 150 à 200^{kg} environ. Dans les mines d'Anzin, les renseignements communiqués à la commission apprennent que les dynamitières secondaires établies dans chaque étage en exploitation comprennent au plus 30 à 80^{kg} en été, et 100 à 150^{kg} pendant l'hiver, où il faut surtout s'assurer que la dynamite distribuée ne sera pas gelée.

Dans le cas, au contraire, des dynamitières souterraines renfermant la provision de quelques mois, elles peuvent contenir, comme à la mine de Pontpéan, 2000^{kg} et plus. Les dangers sont évidemment accrus dans des proportions énormes.

Nous ne pensons pas que la commission puisse formuler un code général, contenant des dispositions précises qui seraient de nature à entrer dans un règlement. Nous croyons que la Commission doit se borner à étudier avec soin les causes de danger auxquelles donneraient lieu les dynamitières souterraines, et à indiquer les meilleures mesures à prendre pour les éviter ou les atténuer. Le rôle des ingénieurs sera de trouver les meilleurs et les plus facilement réalisables pour appliquer à chaque cas particulier les principes généraux.

Digitized by Google

Nous commencerons par déclarer explicitement que la commission n'entend parler que des magasins destinés à contenir des explosifs détonants tels que la dynamite. Il lui semble qu'il ne saurait être question d'autoriser des magasins destinés à la poudre noire, les dangers d'explosion de cette substance étant plus grands que ceux que présente la dynamite, surtout en présence des lampes qu'on serait obligé d'introduire dans les dépôts souterrains. La sécurité exige aussi impérieusement que la poudre noire ne soit pas placée dans les magasins contenant des explosifs détonants; cette règle, qu'on doit appliquer rigoureusement aux magasins superficiels, doit être, à plus forte raison, suivie pour les magasins souterrains.

Il va sans dire que les amorces ne doivent jamais, sous aucun prétexte, être renfermées dans des magasins contenant de la dynamite. La raison en est tellement évidente qu'il n'est pas nécessaire d'insister.

Nous commencerons d'abord par quelques indications générales qui pourraient s'appliquer à toute dynamitière, mais dont l'application est plus nécessaire encore dans les dynamitières souterraines.

On sait que, si certains des effets produits par un explosif détonant diffèrent de ceux qui sont produits par la poudre noire, cela tient à ce que l'explosion d'une substance détonante amène la production, dans un espace de temps infiniment court, d'une masse gazeuse ayant d'abord à peu près le volume même de l'explosif et soumise à une pression énorme. Tout objet au contact de la masse gazeuse, dans les premiers instants, reçoit un choc de plusieurs milliers d'atmosphères. La pression des gaz va en s'atténuant à mesure que ceux-ci se dilatent. Lorsque le poids ϖ d'explosif détone dans le volume V $\left(\frac{\varpi}{V}$ est ce qu'on nomme la densité de chargement$\right)$, la pression P exercée sur la surface du volume V sera donnée par la formule

$$P = \frac{f}{\frac{V}{\varpi} - \alpha},$$

f et α étant deux coefficients. Si l'explosif est de la dynamite-gomme, par exemple, on aura $f = 9360$, α étant $0{,}709$ environ.

Il résulte de cette formule qu'il faut s'attacher à augmenter le plus possible la valeur de $\frac{V}{\varpi}$ ou diminuer le plus possible celle de la densité de chargement $\frac{\varpi}{V}$. Le volume V serait d'ailleurs celui d'une sphère enveloppant la charge d'explosif placée au centre. Il serait donc peu efficace de placer l'explosif dans une galerie étroite dont on augmenterait le volume

Digitized by Google

en accroissant la longueur. La meilleure disposition qui semble devoir être recommandée dans l'intérieur des travaux paraît être la suivante : on prendrait pour magasin une galerie d'une section aussi large et haute que possible, les caisses d'explosif non superposées seraient placées sur le sol (les effets produits par la détonation sur le sol étant peu à redouter) et dans l'axe même de la galerie. On laisserait, bien entendu, un espace vide à l'entrée et au fond du magasin. Il est facile de voir l'heureuse influence de cette disposition. Supposons, par exemple, que la section de la galerie soit de 5^{mq}, la caisse d'explosif ayant $0^{m},33$ de longueur environ et contenant 25^{kg} de dynamite-gomme, la densité de chargement serait de 0,01515 et la pression, réalisée par une explosion, de 142^{kg} par centimètre carré. La pression, avec une densité de chargement égale à 0,5, serait de 7250^{kg}. Il faut remarquer qu'avec cette disposition la pression exercée sur les parois par une explosion serait indépendante de la quantité d'explosif emmagasinée. La longueur du magasin s'accroîtrait avec cette charge C et il aurait en mètres une longueur égale à $\frac{C}{75}$. Pour une provision de 2000^{kg}, par exemple, on serait conduit à une longueur du magasin égale à 27^{m} environ.

Il conviendra, dans les mines, que le magasin soit garanti contre l'humidité et que les parois soient, à cet effet, maçonnées et cimentées.

PROJECTION DE LA SURFACE ET DES GALERIES VOISINES DU MAGASIN.

Nous n'avons à notre disposition, pour résoudre les graves questions qui se posent sur ce point important, que les expériences du génie militaire se rapportant aux mines souterraines qui ne produisent pas d'effets superficiels, c'est-à-dire ce qu'on appelle les *camouflets*. Le génie admet que les effets destructeurs d'une charge de poudre sont limités à un ellipsoïde de *rupture limite*. Cet ellipsoïde serait de révolution autour d'un axe vertical partant du centre de la charge qui serait aussi le centre de la surface. Les rayons ρ exprimés en mètres et partant du centre, auraient pour formule

$$\rho = \alpha \sqrt[3]{\frac{c}{g}}.$$

α est un coefficient dépendant de la direction du rayon ; il aurait pour valeurs :

1,4 suivant la verticale, c'est-à-dire suivant l'axe de l'ellipsoïde ;
1,7 suivant l'horizontale, c'est-à-dire suivant l'équateur.

Digitized by Google

g est un coefficient variable avec la nature du terrain. Il sera égal à

1,25 pour la terre légère,

1,50 pour la terre ordinaire,

4 à 4,5 pour le roc et l'excellente maçonnerie.

La formule n'a été établie que pour la poudre noire. On poura passer au cas de la dynamite en substituant à la dynamite une charge de poudre triple.

Cette formule empirique conduirait aux résultats suivants :

En réduisant le coefficient de résistance g à la valeur relative à la terre ordinaire, une charge de 300^{kg} de dynamite ou 900^{kg} de poudre serait sans influence sur la surface, à condition que la charge soit placée à la profondeur de $11^{m},81$. La profondeur de $22^{m},22$ serait une protection suffisante contre une charge de 6000^{kg} de poudre ou 2000^{kg} de dynamite.

Ces nombres seraient très rassurants pour les magasins de mines, qui seront toujours établis à des profondeurs assez grandes. Malheureusement, pour appliquer la formule à des charges et à des profondeurs considérables, il faut l'interpoler bien au delà des expériences. Même en admettant comme permise cette interpolation, il conviendra, dans la pratique, d'appliquer aux nombres calculés un coefficient de sécurité assez fort.

Quant à ce qui regarde la protection des galeries voisines du magasin, il suffirait, en ce qui les concerne, de substituer, dans la formule, à la valeur $\alpha = 1,4$ la valeur $\alpha = 1,7$. Si la charge était, par exemple, de 6000^{kg} de poudre ou, ce qui paraît équivalent, de 2000^{kg} de dynamite, on trouverait, en prenant toujours pour g la valeur 1,50 relative à la terre ordinaire, que les galeries seraient indemnes à la distance du magasin,

$$\rho = 27^{m},00,$$

c'est-à-dire qu'un massif de $27^{m},00$ placé entre le magasin et la galerie serait une protection suffisante. Il faudrait répéter ici ce qui a été dit plus haut touchant la protection de la surface. La formule n'a pas été établie pour des charges aussi considérables, et il conviendrait de prendre pour ρ des volumes quatre à cinq fois plus considérables que les volumes calculés. Toutefois, il semble que, dans tous les cas, on puisse assurer assez aisément, contre des quantités d'explosif même considérables, la sécurité de la surface et des galeries voisines du magasin.

INVASION DES GALERIES PAR LES GAZ DE L'EXPLOSION.

Un danger des plus graves, contre lequel on ne saurait accumuler assez de précautions, serait, après une explosion, l'envahissement des galeries de la mine par les gaz de cette explosion. Ces gaz, plus ou moins délétères, seraient projetés avec une grande violence et susceptibles de pro-

Digitized by Google

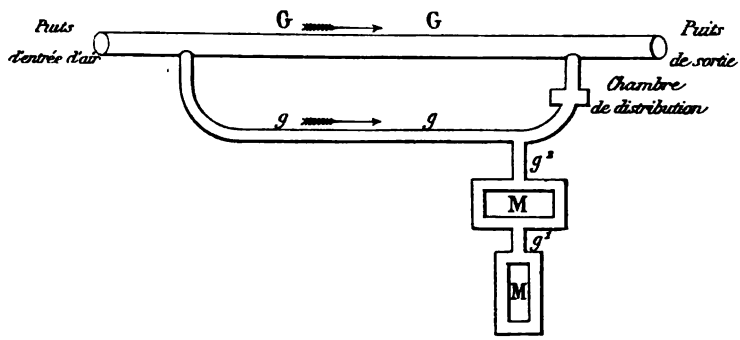
duire, si la quantité d'explosif était considérable, les effets mécaniques les plus intenses.

Pour s'opposer à un danger aussi redoutable, le moyen qui paraît le plus efficace est le suivant : il nous a été suggéré par M. Vieille, qui connaît si bien les effets des explosifs détonants.

Le magasin M [voir *le croquis schématique* (*fig.* 2)] serait établi dans un terrain résistant, au toit ou au mur du gîte, à une distance de la galerie G, où circulent l'air et les ouvriers, plus que suffisante pour que la conservation en soit certainement assurée après l'explosion. On accéderait au magasin, formant cul-de-sac, par une galerie $g^1 g^2$ d'une certaine longueur, débouchant sur une galerie gg^1 interdite aux ouvriers et qui serait parcourue par un courant d'air dérivé du courant principal.

La galerie d'accès gg se replierait, en avant du magasin, de manière à enfermer un massif rapporté M, formé d'argile avec des blocs de rochers entremêlés. Ce massif aurait des dimensions telles qu'on puisse être assuré qu'il sera bouleversé par l'explosion du magasin. Après cette explosion, les matériaux qui le composent seraient donc projetés dans la galerie g^2 et l'on pourrait s'attendre à ce que celle-ci soit obstruée, et que tout chemin soit ainsi fermé aux gaz qui ne pourraient pénétrer dans les travaux.

Fig. 2.



On faciliterait cette obstruction en évasant l'orifice de la galerie g^2 tourné du côté du magasin.

Le procédé paraît efficace; malheureusement, la sanction de l'expérience fait défaut, et l'expérience paraît fort difficile à réaliser. Nous la recommandons cependant tout spécialement à l'attention des ingénieurs.

Les gaz, étant ainsi emprisonnés dans la roche, tendront à se dégager, mais lentement, et il convient que leur écoulement inoffensif soit favorisé en plaçant le magasin à proximité du puits de sortie d'air.

Le magasin étant disposé en cul-de-sac, comme il vient d'être dit, il conviendra qu'il soit aéré par l'air provenant du courant dérivé gg. On

Digitized by Google

devra faire cette aération au moyen d'une porte placée dans la galerie gg et de canars disposés dans la galerie $g^1 g^2$ et dans le magasin lui-même. Il est bien entendu que, si la mine est grisouteuse, le courant dérivé circulant dans la galerie gg aura son origine dans un point tel que l'air de ce courant dérivé soit aussi exempt de gaz que possible, de manière qu'en aucun cas le magasin ne contienne une proportion de grisou dangereuse.

PROPAGATION DE L'ONDE CONDENSÉE.

Nous avons maintenant à étudier une autre cause de danger, sur laquelle a beaucoup insisté M. l'ingénieur en chef Perrin, dans un remarquable rapport adressé à M. le préfet d'Ille-et-Vilaine, à propos de l'établissement, dans la mine de Pontpéan, d'une dynamitière souterraine pouvant contenir 2000^{kg} de dynamite.

Avant tout effet mécanique produit par la projection du gaz, l'énorme pression développée par la production presque instantanée de ceux-ci engendrera une onde qu'on peut assimiler à une onde sonore et qui transmettra, avec une vitesse analogue à celle du son, la pression initiale plus ou moins affaiblie. Cette onde se transmettra à la fois dans le sol et dans les galeries de la mine.

L'onde transmise dans le sol produira des trépidations plus ou moins intenses, analogues à celles d'un tremblement de terre. L'onde transmise dans les galeries pourra produire des effets analogues à ceux que produit une détonation à l'air libre et qui brisent ou le toit, les vitres ou les cloisons peu solides. A l'air libre, l'affaiblissement de la pression transmise par l'onde est assez rapide; dans les mines, l'onde se transmettant suivant les galeries comme elle le ferait dans un tuyau, l'affaiblissement ne se produit qu'après une distance parcourue considérable. M. Perrin compare les effets de cette pression, ainsi transmise, à ceux d'un ouragan. La comparaison paraît inexacte, car un ouragan est produit par un déplacement d'une grande masse d'air, qui peut, sur un obstacle donné, exercer une pression continue pendant un temps fort prolongé. Il n'en serait pas de même pour la pression transmise par une onde sonore. Cette pression ne produirait qu'un effet très court et suivant, d'ailleurs, une loi sinusoïdale, la pression étant suivie d'une dépression. Quelle serait l'intensité des effets que produirait cette onde? L'expérience est malheureusement à peu près muette sur ce point. On n'a jamais fait, dans l'explosion des substances détonantes, la séparation exacte de ce qui est dû aux actions mécaniques des gaz et de ce qui doit être attribué à la propagation de l'onde sonore. La théorie de la propagation du son ne saurait trouver ici son application, car elle suppose essentiellement que la pression initiale est très petite, tandis qu'elle aurait au contraire une énorme valeur.

Digitized by Google

Dans cette ignorance presque absolue, il semble que l'on ne puisse compter, pour l'affaiblissement de l'onde condensée qui suivra l'explosion, que sur la multiplication des coudes des galeries à travers lesquelles l'onde se propagera. Il conviendrait donc de disposer en zigzag la galerie gg, sur laquelle vient déboucher la galerie d'accès du magasin.

MANUTENTION DES EXPLOSIFS.

Il convient maintenant d'examiner les conditions à imposer à la manutention des explosifs. Les caisses qui les contiennent seront emmagasinées sans être ouvertes. Les caisses, extraites fermées du magasin, devront être ouvertes dans une chambre spéciale où se fera, chaque jour, la distribution aux ouvriers ou agents préposés au tirage des coups de mine. Cette chambre de distribution sera assez éloignée du magasin pour qu'une explosion provoquée dans la chambre ne se communique pas par influence aux explosifs du magasin. Une distance de 15^m à 20^m paraît devoir être suffisante à cet effet. La chambre de distribution pourrait être placée sur la galerie dérivée gg, entre le point où elle est rencontrée par la galerie g^1g^2 et le puits de sortie, ainsi que cela est indiqué au croquis schématique ci-dessus.

CONCLUSIONS.

Tels sont les points sur lesquels nous pensons qu'il convient d'appeler l'attention des ingénieurs chargés d'établir une dynamitière souterraine. Ainsi que nous l'avons dit en commençant, il est nécessaire de laisser à chaque ingénieur la tâche de trouver, dans chaque cas particulier, la solution la meilleure pour résoudre le problème posé : conjurer ou atténuer les dangers d'une explosion du magasin souterrain. On a vu qu'avec des quantités considérables d'explosifs emmagasinés, ces dangers seraient d'une extrême gravité et que, malheureusement, en l'absence de toute expérience faite sur une échelle qui puisse être comparée, il est même difficile de les conjurer avec exactitude.

Nous terminerons donc en exprimant le vœu que la Commission des substances explosives veuille bien entreprendre des expériences sur le sujet qui nous préoccupe. Elle seule peut nous dire avec certitude si, comme on est disposé à le penser, en arrêtant les gaz de l'explosion on arrête en même temps les effets dus à la propagation des vibrations atmosphériques. La Commission des substances explosives peut seule, par ses expériences, apprendre avec certitude aux ingénieurs quelles dispositions ils doivent donner aux dynamitières souterraines pour arrêter avec certitude, le cas échéant, l'envahissement de la mine par les gaz provenant de l'explosion de grandes quantités de dynamite accumulées à l'intérieur des travaux. La Commission des substances explosives rendrait donc un ser-

Digitized by Google

vice signalé à l'industrie en appliquant à la solution d'une question aussi importante la haute compétence de ses membres et les ressources dont elle dispose.

Paris, le 10 novembre 1893.

Vu :

Le président, HATON.

Le rapporteur, MALLARD.

DOCUMENT N° 2.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

RAPPORT

Au sujet d'une demande en autorisation d'installer une dynamitière souterraine dans les mines de l'Huisserie (Mayenne).

AVIS DE L'INGÉNIEUR EN CHEF.

Le dépôt souterrain que le directeur de la mine de l'Huisserie demande à établir dans cette mine serait placé, au niveau de 100^{m}, dans le coupement, creusé dans des grès durs, qui relie le puits Saint-Charles à cet étage déjà complètement déhouillé; il consisterait en une portion du coupement lui-même à 50^{m} du puits, isolée du surplus par deux cloisons dont une avec porte munie d'une serrure de sûreté. La température moyenne dans le coupement est de 18°, favorable à la conservation de la dynamite, et il serait facile de prendre les dispositions convenables pour la préserver de l'humidité.

Au point de vue des conséquences possibles d'une explosion, nous distinguerons, comme nous l'avons fait dans les affaires analogues qui se sont déjà présentées, les 5 catégories suivantes d'effets à prévoir :

1° Désagrégation complète de la roche immédiatement adjacente, et formation d'une cavité de quelques mètres cubes, ce qui serait évidemment sans aucun inconvénient;

2° Dislocation et fissuration plus ou moins complète du terrain environnant, dans une sphère de rayon défini par la formule approximative

$$R = 2^{m},445\sqrt[3]{\frac{P}{K}},$$

où il faut faire P = 50, K = 1,783 (coefficient trouvé par l'expérience,

Digitized by Google

pour le roc ou les vieilles maçonneries très dures); ce qui donne

$$R = 7^{m},40.$$

Les voies en service passant à 32^{m} au minimum, il n'y aurait pas à craindre qu'elles fussent détruites;

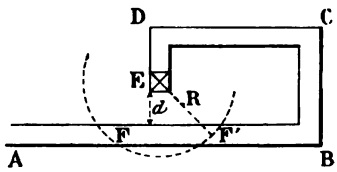
3° Ébranlement se propageant dans le terrain par secousses ondulatoires et pouvant provoquer des éboulements partiels dans les chantiers. Les chantiers les plus rapprochés se trouvant à 50^{m} au minimum, l'intensité des secousses y atteindrait au maximum $\left(\frac{7,40}{50}\right)^{2} = 0,022$, soit environ 1/45 de la valeur qu'elle doit avoir pour désagréger la roche; on peut admettre que, réduit dans cette proportion, l'ébranlement ne pourrait avoir de conséquences graves;

4° Onde aérienne condensée se propageant, à partir du foyer d'explosion, par les vides en libre communication avec ce foyer, avec une pression très élevée au point de départ, s'affaiblissant plus ou moins rapidement suivant la distance parcourue, les obstacles surmontés, et surtout les coudes brusques qui obligent l'onde à changer de direction. Ici, l'onde aérienne se propagerait librement par le coupement, d'un côté jusqu'aux remblais de l'étage déhouillé de 100^{m} où elle s'éteindrait sans avoir produit d'effets fâcheux, de l'autre vers le puits Saint-Charles où elle se diviserait en deux ondes, l'une remontant vers le jour, où les installations d'extraction et d'épuisement pourraient être plus ou moins endommagées, l'autre descendant au fond du puits, s'y réfléchissant et revenant au jour compléter les effets destructeurs de la première; en outre, des ondes dérivées, d'intensité moindre, pénétreraient par les divers coupements dans les étages qu'ils desservent respectivement et pourraient y provoquer des accidents de personnes par éboulements partiels, chutes sur le sol ou projections contre les parois. Si l'on remarque que la pression initiale de l'onde aérienne condensée produite par une explosion de dynamite peut atteindre 7000^{atm} à 8000^{atm}, tandis qu'il suffit d'une surpression locale de $0^{atm},03$ environ (pression exercée par les grands ouragans) pour renverser un homme, on reconnaîtra qu'il n'est pas possible de faire abstraction des dangers résultant de l'onde aérienne dont il s'agit, et que ces dangers sont même ceux que l'on a le plus à redouter en cas d'explosion de dépôt souterrain. Pour les atténuer, le moyen le plus efficace nous paraît être de multiplier le plus possible les sinuosités et surtout les coudes brusques dans le parcours que l'onde doit faire avant d'atteindre les régions habitées de la mine; la disposition la plus favorable à ce point de vue serait de placer le dépôt à l'extrémité d'une galerie ABCDE trois fois recourbée à angle droit (*fig.* 3), la distance d, entre le dépôt E et la galerie AB, étant prise un peu supérieure au rayon r de la sphère de désagrégation

Digitized by Google

complète et notablement inférieure au rayon R de la sphère de dislocation : de telle sorte que l'explosion ne pulvérise pas la totalité du rocher réservé entre le dépôt et la galerie, mais détermine à coup sûr sa dislocation et l'effondrement de la galerie FF', avant que l'onde aérienne lancée par le

Fig. 3.



vide DCBA ait pu arriver dans cette région FF'; dès lors l'onde se trouvera arrêtée ou du moins tellement atténuée par la traverse des éboulis qu'au delà elle pourra être considérée comme absolument inoffensive.

Ici, le trajet à parcourir du foyer d'explosion aux points les plus rapprochés où des hommes puissent être occupés, c'est-à-dire à la recette du niveau de 120^{m}, ne serait que de 50^{m} de coupement et 20^{m} de puits, soit 70^{m} avec deux coudes à angle droit et, jusqu'aux installations du jour, que de 150^{m} avec un seul coude à angle droit. Dans ces conditions, il est bien à craindre que les installations dont il s'agit ne soient bouleversées et que le puits Saint-Charles ne risque d'être obstrué, ce qui ne compromettrait pas, d'ailleurs, d'une manière grave la sécurité du personnel employé dans la mine, puisque ce n'est pas par ce puits que se fait la circulation des hommes et que la descenderie reste tout à fait hors d'atteinte (l'aérage seul pourrait être entravé au bout de quelque temps). Pour remédier à ce danger éventuel, nous pensons qu'il serait utile de prescrire d'installer le dépôt non dans le coupement lui-même, mais dans une niche d'au moins 1^{m},50 de profondeur pratiquée dans une des parois : on créerait ainsi un coude de plus dans le trajet de l'onde, sans parler d'une probabilité d'obstruction en avant de son passage par l'effondrement d'une des parois du coupement, et l'on obtiendrait, dans tous les cas, un affaiblissement notable de son intensité;

5° Dégagement de vapeurs plus ou moins délétères : les 50^{kg} de dynamite donneraient au plus 50^{mc} de gaz, supposés ramenés à la température de 100°, qui se mélangeraient aux 100^{mc} d'air contenus dans le coupement et à 100^{mc} environ contenus dans le puits avant de s'engager, en vertu du sens du courant d'aérage, dans les coupements, les galeries et les tailles des niveaux inférieurs; dès lors, les vapeurs nitreuses qui pourraient atteindre ces régions habitées de la mine seraient encore assez diluées pour qu'il n'y ait pas à s'en préoccuper. Rien n'empêcherait d'ailleurs de prescrire, comme le propose M. l'ingénieur ordinaire Bernheim,

Digitized by Google

dans son Rapport ci-joint, que le dépôt ne puisse être ouvert, pour l'emmagasinage de la dynamite ou la sortie des cartouches à distribuer, qu'en dehors des heures de travail dans la mine.

En résumé, nous sommes d'avis qu'il y a lieu d'accueillir la demande d'autorisation de M. de Beaufort, sous les réserves suivantes :

« Le dépôt sera établi à 50^{m} du puits Saint-Charles, au fond d'une niche de 1^{m},50 de profondeur au moins, pratiquée dans une des parois du coupement du niveau de 100^{m}; cette niche sera fermée par une porte munie d'une serrure de sûreté.

» Toutes les précautions utiles seront prises pour préserver la dynamite de l'humidité.

» Avant sa mise en service, le dépôt sera visité sur l'ordre du préfet, par l'ingénieur des mines, qui s'assurera que les conditions ci-dessus sont bien remplies; sur le vu du rapport de l'ingénieur, le préfet autorisera, s'il y a lieu, la mise en service du dépôt.

» Nul ne pourra pénétrer dans le dépôt, soit pour y emmagasiner la dynamite, soit pour en retirer les cartouches destinées à être distribuées aux ouvriers, pendant les périodes de travail dans la mine. »

Le Mans, le 29 juillet 1893.

L'ingénieur en chef des mines,
PERRIN.

DOCUMENT N° 3.

NOTES

Sur les effets pratiques des explosifs employés dans les fourneaux de mine.

I.

EFFETS DE PROJECTION DES FOURNEAUX CHARGÉS EN POUDRE.

Les effets de projection des fourneaux de mine paraissent n'avoir été jusqu'à présent étudiés d'une manière systématique que par les officiers du génie autrichien. Ils ont exécuté, de 1831 à 1842, à Hambourg, des expériences dont les résultats ne paraissent pas avoir été publiés *in extenso*. Mais on connaît les conséquences qui en ont été déduites, et que l'on peut résumer ainsi :

Digitized by Google

Soient, dans le cas d'une charge concentrée, jouant au-dessous d'un sol horizontal, h, r, et $n = \frac{r}{h}$ respectivement la ligne de moindre résistance, le rayon de l'entonnoir et l'indice; soient encore H et R la hauteur et le rayon maxima de la gerbe :

On a sensiblement, d'après Wehrmann (cité par Rziha),

$$H = h\varphi(n), \qquad R = h\Psi(n),$$

où φ et Ψ ont les valeurs suivantes :

r	1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25
$\varphi(n)$.....	2	3,75	6,6	11,4	19,2	31,0
$\Psi(n)$.....	2	3,86	6,0	12,3	21,4	36,5

Dans le service du génie autrichien, on admet actuellement (*Technischer Unterricht, Wirkung und Amvendung der Minen*) des chiffres un peu différents :

n.....	0,75	1,0	1,25	1,50	1,70	1,95	2,2	2,4	2,6
$\Psi(n)$..	1,8	2,5	5,0	8,0	15,0	23,0	32,0	41,0	53,0

D'autre part, le capitaine du génie Rziha (*Theorie der Minen,* Lemberg, 1866) donne les formules d'interpolation suivantes :

$$H = h(n + n^4), \qquad R = h(n^2 + n^4).$$

La concordance n'est qu'assez lointaine, ce qui ne doit pas paraître trop extraordinaire, eu égard à l'incertitude des moyens d'évaluation des éléments en jeu.

II.

PUISSANCE DU FULMI-COTON EMPLOYÉ DANS LES FOURNEAUX DE MINE.

Les commissions d'expériences de Vincennes et de Bapaume (1847) ont étudié les effets du fulmi-coton non comprimé (densité 0,08 environ) dans les mines.

On a constaté à Bapaume que :

1° Deux fourneaux, chargés l'un de 93^{kg} de poudre noire, l'autre de 47^{kg} de fulmi-coton, dans le menu terrain et avec la ligne de moindre résistance $h = 4^m,00$, donnaient l'un et l'autre des entonnoirs de $4^m,00$ de rayon. L'entonnoir étant moins déblayé et la gerbe moins haute avec le fulmi-coton;

2° En remplaçant les 47^{kg} de fulmi-coton pur par un mélange de 47^{kg} de fulmi-coton et 37^{kg} de salpêtre, on eut une gerbe plus forte, 35^m environ, et un entonnoir de rayon $r = 4^m,75$, mieux évidé que précédemment, profondeur $1^m,40$.

Digitized by Google

Ces résultats montrent que la charge de fulmi-coton n'a besoin d'atteindre que les 0,5o du poids de celle de la poudre pour produire le même rayon d'entonnoir.

A Vincennes on a observé, la même année, que, pour obtenir même rayon d'entonnoir et mêmes effets souterrains de rupture, il fallait prendre 0,43 en fulmi-coton : pour rendre l'évidement pareil, il fallait atteindre 0,60.

Enfin, dans des carrières calcaires de Paris, on a trouvé que le déblai était égal quand la charge de fulmi-coton était 0,33 de la charge de poudre.

III.

Effets comparés de la poudre noire et de la dynamite a 75 pour 100.

Les Autrichiens, qui ont fait les expériences comparatives les plus étendues sur ce sujet, admettent comme équivalentes, au point de vue des effets d'entonnoir, les charges :

Poudre.....	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	} dans diverses
Dynamite.....	0,30	0,40	0,50	0,55	0,65	} espèces de terre,

Poudre.....	1 à 2	} dans le rocher.
Dynamite.....	0,5 à 0,8	

Ce qui correspondrait aux rapports d'équivalence

$$\frac{1}{1,3} = \frac{0,78}{1} \text{ dans la terre,}$$

et de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{2,5}$ dans le rocher.

L. Bertrand.

Document n° 4.

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

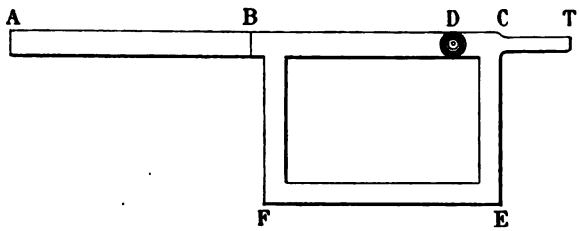
ESSAI D'UN DISPOSITIF D'OBTURATION AUTOMATIQUE.

La commission s'est proposé de réaliser un dispositif d'obturation automatique d'une galerie laissant, en temps normal, le libre accès de cette galerie et susceptible de fonctionner sous les pressions modérées provenant d'un commencement d'incendie portant sur des matières explosives.

Digitized by Google

Ces conditions ont semblé pouvoir être réalisées par la disposition représentée par le croquis (*fig.* 4). AB est la galerie formant dynamitière, prolongée par la galerie libre BC. Cette galerie se rétrécit en C et

Fig. 4.



peut être obturée par le déplacement d'une boule D de même diamètre que la galerie. L'accès de la galerie AB se fait par la dérivation EF, présentant deux coudes à angle droit. Il y avait lieu de penser que, sous l'influence d'une surpression déterminée en AB, l'obturation s'effectuerait en C, par le déplacement de la boule, avant que les gaz aient parcouru le chemin BFEC, le mouvement gazeux, dans cette partie de l'appareil, se trouvant retardé, par rapport au mouvement dans BD, à la fois par la différence des chemins à parcourir, et par les réflexions en F et E dans les coudes.

Le fonctionnement de ce dispositif a été tout d'abord étudié à l'aide d'un appareil de laboratoire, représenté par la *fig.* 5.

La galerie et sa dérivation sont figurées par un tube de fer de 14^{mm} de diamètre intérieur et de 2^{mm} d'épaisseur. Le rétrécissement C de la galerie a été obtenu en rapportant dans le tube CT un tube en bronze plus étroit, dont la tranche forme le siège sur lequel la boule D s'applique hermétiquement lorsqu'elle passe de la position 1 à la position 2.

Pour la facilité des expériences, la charge a été réunie, à l'extrémité du tube AB, dans une douille du fusil modèle 1874. La mise de feu se fait par percussion de l'amorce en vissant en A une culasse de fusil modèle 1874.

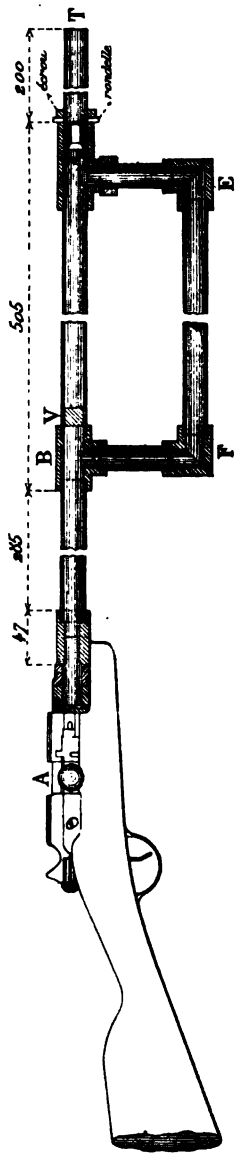
La charge a été calculée de manière à constituer, si elle était uniformément répartie sur la longueur AB représentant la dynamitière, un chargement à la densité de $\frac{2}{100}$ en poudre noire correspondant, en tenant compte des forces, au chargement de $\frac{1}{100}$ en coton-poudre ou explosifs similaires admis par la Commission du grisou. Cette charge est de $1^{gr},50$ environ. Les boules obturatrices ont été faites en acier et en bois, ces dernières boules en raison de leur plasticité paraissant susceptibles de fonctionner sans ajustage préalable.

Digitized by Google

RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES.

1° *Fonctionnement sans boule.* — L'inflammation de la charge donne

Fig. 5.



lieu à un fort coup de fusil, avec projection de gaz incandescents à l'ex-

Digitized by Google

trémité du tube. Des écrans en papier, placés à $0^m,50$ de la bouche, sont déchirés et carbonisés.

La fermeture en B du tube principal, par un tampon à vis V, n'affaiblit pas d'une façon bien sensible les effets extérieurs, malgré les brusques changements de direction imposés à la masse gazeuse.

Une atténuation notable ne paraît donc susceptible d'être obtenue que par l'emploi d'un nombre considérable de coudes.

2° *Fonctionnement avec boules.* — La mise en place de la boule D supprime entièrement le bruit de la détonation, le seul bruit perçu étant celui du choc métallique du percuteur et peut-être de la boule sur son siège. Une feuille de papier, tendue dans le voisinage immédiat de la bouche, n'éprouve ni rupture, ni mouvement sensible.

Ces résultats sont constants avec les boules en bois, qui sont légèrement déformables. Avec la bille en acier, on a observé quelques fuites légères, constituant encore une atténuation énorme du phénomène observé sans la boule. Ces fuites paraissent dues à un défaut d'ajustage du siège de la boule.

Paris, mai 1894.

P. VIEILLE.

DOCUMENT N° 5.

PROCÈS-VERBAL

de la séance du 5 mai 1894,

à la poudrerie de Sevran-Livry (1).

Les résultats obtenus dans les essais de laboratoire, relatés dans le procès-verbal n° 1 (2), ont conduit la commission à établir un appareil de dimensions plus considérables permettant d'étudier le fonctionnement du dispositif d'obturation dans des conditions se rapprochant de la pratique. Cet appareil est représenté par le dessin ci-joint.

La galerie formant dynamitière est figurée par un tube en tôle rivée, de 30^{cm} de diamètre et de 10^{mm} d'épaisseur. Ce tube se prolonge par une

(1) Membres présents : MM. Mallard, Le Chatelier, Faucher, Vieille et Biju-Duval.

(2) Voir ci-dessus le document annexe n° 4.

Digitized by Google

conduite en fonte de même diamètre, à l'extrémité de laquelle une tubulure également en fonte, de diamètre réduit à 24^{cm}, porte un siège conique sur lequel doit se coincer la boule obturatrice. La dérivation est formée de tubes en fonte de 25^{cm} de diamètre.

Ces dimensions permettent d'utiliser pour la charge à la densité de 1/100, admise dans la capacité formant dynamitière, une file de cartouches de dynamite du type industriel (22^{mm} de diamètre) bout à bout suivant l'axe du tube. D'ailleurs, la détonation d'une charge allongée de ce type, par une amorce au fulminate de mercure, est assurée, ainsi qu'il résulte des expériences effectuées à l'air libre, tandis que pour des cartouches de diamètre beaucoup plus faible, la propagation de la détonation sur des longueurs de plusieurs mètres ne serait pas certaine.

Construction de la boule obturatrice.

La commission a étudié divers systèmes de construction de boule obturatrice : 1° cette boule doit présenter une résistance suffisante pour ne pas se disloquer sous le choc au contact du siège et sous les pressions considérables auxquelles elle doit être soumise; 2° elle doit également présenter une plasticité suffisante pour obturer, alors même que les surfaces de joint présenteraient quelques imperfections; 3° elle doit pouvoir être montée dans une galerie d'un diamètre aussi voisin que possible de celui de la boule, et ses éléments doivent pouvoir passer par la galerie de section réduite qu'elle est destinée à obturer; 4° son mode de construction doit permettre de porter ses dimensions à celles d'une sphère de $1^{m},50$ à 2^{m} de diamètre, qui serait nécessaire pour obturer une galerie de section normale.

La commission, après divers tâtonnements, s'est arrêtée au système suivant :

La sphère est composée de disques de carton, de diamètres variables, enfilés sur un boulon dont la tête et l'écrou affectent la forme de calottes sphériques. Le système, énergiquement serré, est tourné au diamètre voulu. Ce système est démontable. Les feuilles de carton numérotées peuvent être roulées et introduites par la galerie de dimensions réduites. Enfin, le montage peut être opéré dans la galerie de la dynamitière, en disposant le boulon d'axe suivant l'axe de la galerie et empilant les feuilles de carton normalement à cet axe.

Les dimensions des feuilles de carton actuellement dans le commerce s'élevant jusqu'à $1^{m},70$, il n'y a pas de difficultés pratiques à réaliser des boules de ce diamètre.

Les boules destinées aux essais de la commission présentent un diamètre de 295^{mm}, laissant 5^{mm} de jeu dans la tubulure. La *fig.* 6 et la *Pl.* I indiquent les dimensions du boulon d'axe et des feuilles utilisées.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

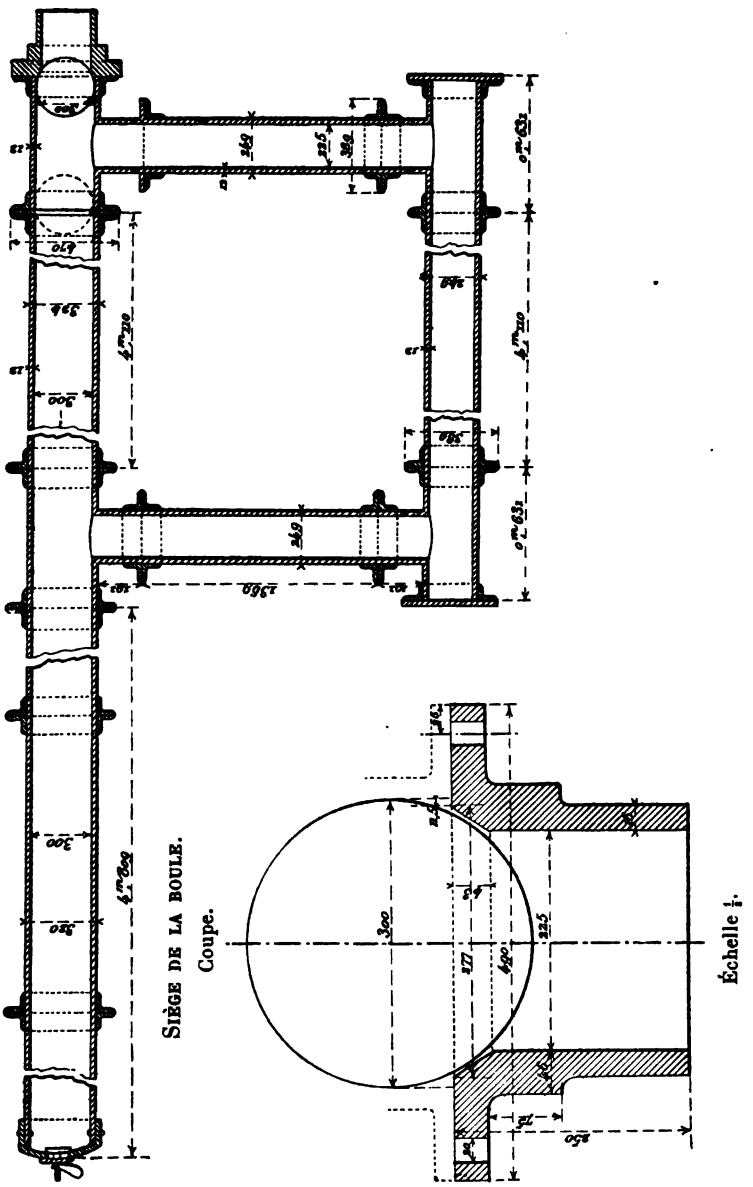
Essai préliminaire de l'appareil.

Un essai préliminaire du fonctionnement de l'appareil a été tenté le 5 mai 1894.

Fig. 6.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES DYNAMITIÈRES SOUTERRAINES.

Appareil employé a la séance du 5 mai 1894.



Digitized by Google

La charge, constituée par de la poudre noire MC_{30}, était uniformément répartie dans une gouttière en zinc sur la longueur de 5^m, correspondant à la partie AB. Son poids était de 5^{kg} environ. La densité de chargement dans cette partie de l'appareil était de $\frac{1,5}{100}$, soit la moitié de celle qui produirait les mêmes pressions que la densité de $\frac{1}{100}$ admise par la Commission du grisou pour les explosifs du type dynamite. La pression moyenne résultant de la combustion de la charge, dans l'ensemble de l'appareil jusqu'à la tubulure de sortie, ne devrait pas dépasser 15^{kg}.

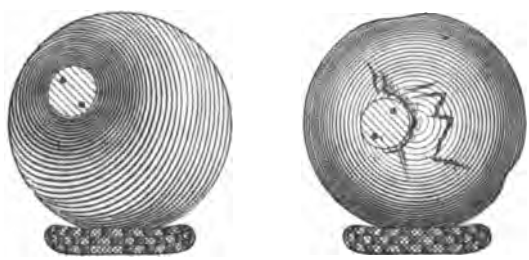
Une première expérience de flambage a été faite sans boule et a donné lieu à une violente explosion avec production d'un jet de gaz incandescents de plusieurs mètres de longueur par la tubulure de sortie.

La deuxième expérience a été faite à la même charge, en disposant la boule obturatrice comme l'indique le croquis, l'axe de cette boule étant sensiblement normal à l'axe du tube.

La mise de feu a donné lieu à une explosion résultant de la rupture de la tubulure formant le siège de la boule. En même temps, le tube antérieur sur lequel se branche la dérivation a été brisé et ses morceaux projetés à distance.

L'examen de la boule et du siège de la tubulure semble indiquer que l'explosion n'a eu lieu qu'après le fonctionnement normal de la boule obturatrice. Cette boule, représentée par la *fig.* 7, porte en effet l'empreinte

Fig. 7.



d'un emboutissage intense et très régulier, et aucune trace de fuites gazeuses n'apparaît sur le joint. Les dégradations superficielles subies latéralement par la boule paraissent attribuables à sa sortie violente à travers les débris de la tubulure.

Cette expérience semble indiquer que la fonte présente une fragilité trop grande pour résister à la percussion de la boule sur son siège.

L'appareil sera provisoirement réparé sous sa forme actuelle, avec renforcement de la tubulure, pour servir à des expériences à basse pression destinées à déterminer le degré de mobilité de la boule. Mais, en même

Digitized by Google

temps, des propositions seront faites au ministre pour obtenir les crédits nécessaires à la substitution de la tôle à la fonte dans la totalité de l'appareil.

P. VIEILLE.

DOCUMENT N° 6.

PROCÈS-VERBAL
de la séance du 2 juin 1894,
à la poudrerie de Sevran-Livry (1).

OBJET DE LA SÉANCE.

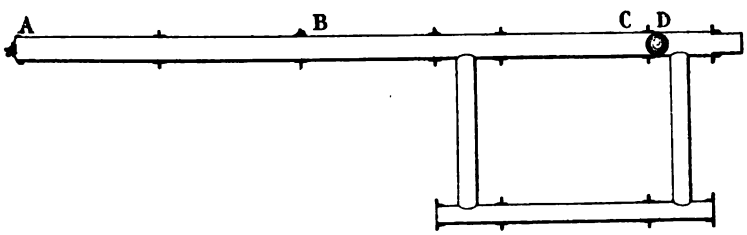
Vérifier le fonctionnement de l'obturation par boule mobile.
Mesurer les pressions développées dans l'appareil.

MATÉRIEL EMPLOYÉ.

L'appareil de la commission, décrit dans un procès-verbal précédent, a été muni d'appareils crushers dont le piston de 4^{cq} de section écrase des cylindres à section réduite, de $4^{mm},90$ de hauteur et 3^{mm} de diamètre.

Ces appareils sont placés : 1° en A, à l'extrémité fermée de la chambre à combustion; 2° en B, au milieu de cette chambre; 3° en C, immédiatement en arrière de la boule mobile, comme l'indique la *fig.* 8.

Fig. 8.



La tubulure en fonte formant le siège sur lequel vient s'appliquer la boule, cassée dans l'expérience préliminaire du 5 mai 1894, a été remplacée et légèrement renforcée (*fig.* 9).

---

(1) Membres présents : MM. Berthelot, Mallard, Le Chatelier, Leherle, Ruault, Bertrand, Lardillon, Louis, Vieille, Désortiaux et Biju-Duval.

Digitized by Google

Exécution des essais.

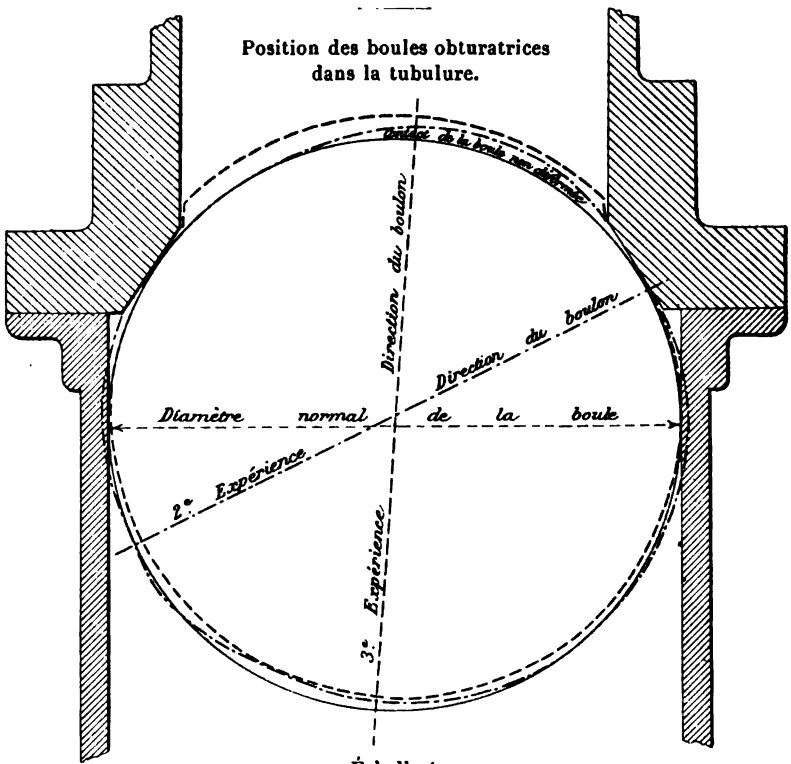
Première expérience. — Charge de $1^{kg},593$ de poudre noire MC_{30}, uniformément répartie dans une gouttière en tôle sur la longueur de la chambre à combustion. Cette charge donne lieu, dans la partie de l'appareil occupée par le chargement, à la densité 0,005, soit le sixième de la

Fig. 9.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES DYNAMITIÈRES SOUTERRAINES.

Expériences du 2 juin 1894, a Sevran.

Charge de $1^{kg},593$ de poudre noire.



Échelle $\frac{1}{4}$.

valeur admise par la Commission du grisou dans l'établissement des dynamitières.

Digitized by Google

Dans ce premier essai, la boule est retirée et un écran de carton est placé à $1^{m},50$ de la bouche.

La mise de feu donne lieu à une détonation violente, avec arrachement de l'écran et jet de flamme de plusieurs mètres en avant de la bouche. Les appareils crushers n'indiquent aucun écrasement. La pression est, par suite, inférieure à 5^{kg}.

Deuxième expérience. — Même charge qu'au premier essai. Une boule, formée de rondelles de carton serrées par un boulon à têtes sphériques, est disposée en D, le boulon étant sensiblement perpendiculaire à l'axe du tube. Un écran en papier est placé en avant de la bouche, à 20^{cm}.

La mise de feu donne lieu à un choc sec, suivi d'un long sifflement provenant de l'écoulement des gaz par le trou de lumière, à l'extrémité A.

Aucune fumée du côté de la bouche. L'écran est en place; le papier du cadre est crevé en quelques points du bord, mais ne porte aucune trace de fumée ou de brûlure. Les appareils crushers n'indiquent aucun écrasement. La pression a été inférieure à 5^{kg}. La pression théorique dans la chambre à combustion, sans détente dans le reste de l'appareil, serait de 15^{kg}. La pression moyenne dans la chambre entière, de 5^{kg}.

La boule ne présente aucune trace de fuites gazeuses; elle s'est fortement emboutie sur le siège en fonte, comme l'indique le tracé en traits pointillés joint au procès-verbal. Le boulon a touché le siège par l'une de ses extrémités.

Troisième expérience. — Mêmes conditions générales. La boule, de même type que la précédente, est disposée de façon que le boulon soit dirigé suivant l'axe du tube.

La mise de feu donne lieu aux phénomènes observés dans la deuxième expérience. L'écran de papier est déchiré sans brûlure ni noircissement. La boule est fortement emboutie et les têtes du boulon refoulées par la réaction des rondelles de carton. Le fonctionnement de la boule est représenté par le trait ponctué sur le tracé ci-contre. Les appareils crushers A et C n'ont donné que des traces d'écrasement appréciable; pression voisine de 5^{kg}.

Quatrième expérience. — Charge $3^{kg},186$, uniformément répartie sur la longueur de la chambre à combustion. Densité de chargement dans cette chambre, 0,01, soit le tiers de la valeur admise par la Commission du grisou.

Pression théorique maximum à craindre dans la chambre à combustion, 30^{kg}; dans l'appareil entier, 10^{kg}, en faisant abstraction des phénomènes ondulatoires.

La boule, du même type que dans les deuxième et troisième expériences,

Digitized by Google

est disposée de façon que le boulon soit dirigé suivant l'axe de l'appareil.

L'inflammation donne lieu à une explosion. Un tube en fonte de la partie moyenne de l'appareil s'est rompu, et cette rupture a entraîné la dislocation de la dérivation également formée de tubes de fonte. Du côté de la bouche obturée par la boule, aucune trace de fuite.

Les cylindres de cuivre des appareils crushers sont réduits aux dimensions suivantes :

Appareil A.....	$4{,}65^{mm}$	27^{kg} par centimètre carré,
Appareil B.....	$4{,}84$	10^{kg} environ par centimètre carré.
Appareil C.....	$4{,}85$	

Ces nombres concordent sensiblement avec les prévisions du calcul et ne permettent pas d'attribuer la rupture à une surpression accidentelle d'origine ondulatoire. La fêlure du tube de fonte paraît attribuable au choc de la boule contre son siège.

La boule est fortement emboutie sur le siège, sans fuite de gaz apparente. Le boulon d'axe a été cassé au niveau de l'écrou, par suite de la réaction des rondelles de carton tendant à s'emboutir au diamètre de la tubulure de sortie. Les premières rondelles de carton, de diamètre inférieur à celui de cette tubulure, ont été projetées, mais le reste de la boule a assuré l'obturation.

Il y a lieu de remarquer que si la tête du boulon avait cédé, au lieu de l'écrou disposé vers l'extérieur, le boulon aurait pu être projeté au dehors et la fuite s'opérer par l'axe de la boule.

Il semble donc préférable d'utiliser les boules en disposant les boulons normalement à l'axe du tube.

P. VIEILLE.

DOCUMENT N° 7.

PROCÈS-VERBAL

des séances des 19, 24, 31 *juillet et* 19 *septembre* 1894,

à la poudrerie de Sevran-Livry.

EXPÉRIENCES DANS UN CANON DE 27^{cm}.

La commission s'est proposé de chercher comment les dispositifs d'obturation expérimentés dans les séances précédentes fonctionneraient sous l'action des pressions produites par la détonation de charges explosives,

Digitized by Google

disposées de façon à réaliser la densité de chargement de 1/100 prévue par la Commission du grisou.

En attendant la transformation de l'appareil qui a servi à ses premiers essais, la commission a pu utiliser, grâce au concours du Laboratoire central de la marine, un canon de 27^{cm}, hors de service, existant au champ de tir de Sevran.

La bouche de ce canon peut recevoir, soit une plaque obturatrice munie de deux appareils crushers de 4^{cq} et 2^{cq} 1/2, fixée par une couronne de boulons sur la tranche de la volée, soit une plaque percée en son centre d'un logement conique susceptible d'être obturé par des boules de papier du type précédemment expérimenté.

La culasse a reçu deux appareils crushers de 4^{cq} de section.

Le canon, muni de sa plaque fixe, constitue une longue éprouvette de 27^{cm} de diamètre environ et de 4^{m},92 de longueur, permettant d'évaluer le mode de répartition des pressions aux deux extrémités, suivant les conditions d'arrimage et de mise de feu de la charge. Muni de la plaque percée d'un évidement conique, le canon permet d'étudier la résistance des boules sous les pressions élevées et brusquement appliquées, résultant de la détonation de charges placées suivant l'axe de la pièce. Le croquis ci-joint représente l'ensemble des dispositions réalisées.

Séance du 19 juillet 1894 (1).

EXPLOSION DE CHARGES DE DYNAMITE DANS UN CANON DE 27^{cm}, M^{le} 1870 MODIFIÉ.

La dynamite employée est de la dynamite n° 1 à 75 pour 100 de nitroglycérine. Les cartouches préparées sont fixées sur une tringle en bois supportée par quatre croisillons permettant de placer la charge dans l'axe du canon; cette charge, amorcée avec une amorce renforcée de 1^{gr},5 de fulminate de mercure, est disposée à 15^{cm} environ de la culasse de fermeture; sa longueur totale est de 2^{m},46, moitié de la longueur d'âme du canon; la mise de feu est obtenue à l'aide d'une mèche Bickford passant par le trou de lumière de la culasse (*fig.* 10).

Les pressions développées à l'intérieur de la bouche à feu sont mesurées à l'aide de quatre appareils crushers munis de cylindres crushers de 4^{mm},90 de hauteur, deux à la culasse et deux dans la plaque de fermeture de l'avant du canon, ces deux derniers dans un même plan horizontal passant par l'axe.

---

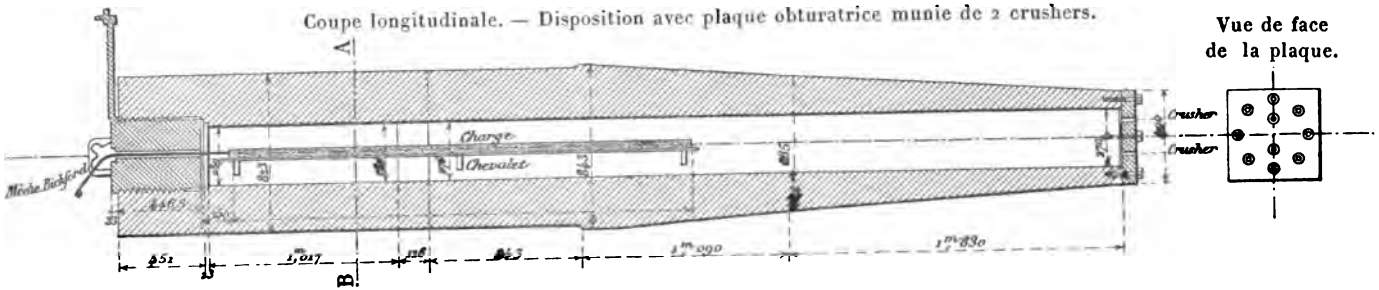
(1) Membres présents : MM. Leherle, Le Chatelier, Vieille, Poutet, Lardillon, Louis et Biju-Duval.

Digitized by Google

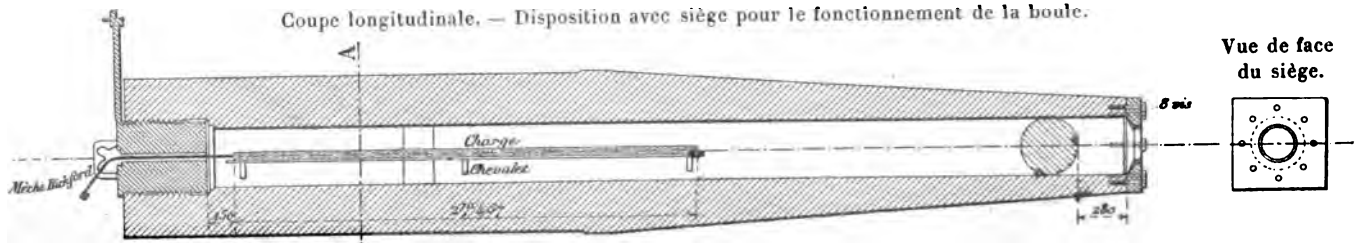
Fig. 10.

CANON DE 27cm. Mle 1870 MODIFIÉ, DISPOSÉ POUR EXPÉRIENCES DE DÉTONATION DE DYNAMITE.

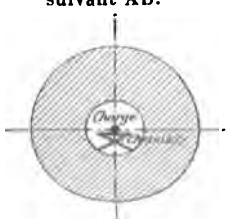
Coupe longitudinale. — Disposition avec plaque obturatrice munie de 2 crushers.



Coupe longitudinale. — Disposition avec siège pour le fonctionnement de la boule.



Coupe transversale suivant AB.



Digitized by Google

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Charge totale de $0^{kg},766$ sur $2^{m},46$ de longueur. $\Delta = \frac{1}{200}$.

	CRUSHERS			
	DE CULASSE		DE LA PLAQUE AVANT	
	Crusher supér. Piston de 4^{eq}.	Crusher infér. Piston de 4^{eq}.	Piston de 4^{eq}.	Piston de $2^{eq},5$.
Hauteur primitive....	$4^{mm},90$	$4^{mm},90$	$4^{mm},90$	$4^{mm},90$
Hauteur restante.....	$4^{mm},18$	$3^{mm},80$	$2^{mm},45$	$3^{mm},52$

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Charge totale de $1^{kg},532$, sur $2^{m},46$ de longueur. $\Delta = \frac{1}{100}$.

	CRUSHERS			
	DE CULASSE		DE LA PLAQUE AVANT	
	Crusher supér. Piston de 4^{eq}.	Crusher infér. Piston de 4^{eq}.	Piston de 4^{eq}.	Piston de $2^{eq},5$.
Hauteur primitive....	$4^{mm},90$	$4^{mm},90$	$3^{mm},33$	$4^{mm},11$
Hauteur restante.....	$3^{mm},07$	$2^{mm},63$	$1^{mm},62$	$2^{mm},40$

Observations. — Les résidus consistent en fragments de bois carbonisé superficiellement et en scories siliceuses, formant des moules poreux à l'intérieur, mais à surfaces bien vitrifiées. Les poussières, observées au microscope, ne montrent plus de diatomées.

J. BIJU-DUVAL.

Séance du 24 juillet 1894 (1).

Les dispositions adoptées sont les mêmes que dans la séance du 19 juillet. On a simplement donné du jeu aux deux appareils de mesure des pres-

(1) Membres présents : MM. Leherle, Le Chatelier, Poutet, Vieille et Biju-Duval.

Digitized by Google

sions placés dans la culasse, dans la crainte qu'un excès de précision dans l'ajustage ne fût dangereux pour la liberté du piston se mouvant dans un corps cylindrique mince soumis à la compression latérale.

Les résultats trouvés ont été les suivants :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1, sur $2^{m},46$ de longueur. (La charge est disposée à $0^{m},15$ de la culasse). $\Delta = \frac{1}{100}$.

	CRUSHERS			
	DE CULASSE		DE LA PLAQUE AVANT	
	Crusher supér. Piston de 4^{cq}.	Crusher infér. Piston de 4^{cq}.	Piston de 4^{cq}.	Piston de $2^{cq},5$.
Hauteur primitive....	$4^{mm},90$	$4^{mm},90$	$3^{mm},27$	$4^{mm},10$
Hauteur restante.....	$3^{mm},17$	$2^{mm},74$	$1^{mm},86$	$2^{mm},68$

Observations. — La plus grande partie des résidus siliceux est retrouvée collée contre la culasse.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Charge totale de $0^{kg},766$ de dynamite n° 1, sur $2^{m},46$ de longueur. (La charge est disposée à $0^{m},15$ de la culasse). $= \frac{1}{200}$.

On remplace la plaque de fermeture de l'avant du canon par une plaque de 7^{cm} d'épaisseur, dans laquelle est forée une ouverture centrale tronconique dont la paroi intérieure est destinée à servir de siège à la boule que l'on place à $0^{m},29$ de l'extrémité avant du canon (le boulon servant à maintenir les cartons perpendiculairement à l'axe du canon); l'inclinaison de cette paroi est la même que dans l'appareil ayant servi aux premières expériences de la Commission; la réduction totale de diamètre est le quart du diamètre intérieur de la pièce : il passe de $27^{cm},4$ à $20^{cm},6$.

	Hauteur	
	primitive.	restante.
Crusher supérieur de culasse.....	$4^{mm},90$	$4^{mm},08$
Crusher inférieur de culasse.....	$4^{mm},90$	$4^{mm},16$

Observations. — On entend une détonation assez forte, mais qui dure un temps très court. La boule a fonctionné et est restée encastrée dans la

Digitized by Google

plaque avant, où elle fait une obturation complète sans la moindre trace de fuite. Les têtes du boulon en cuivre ont cependant atteint le siège, et le boulon lui-même est tordu.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Même disposition, mais avec une charge de $1^{kg},532$. $\Delta = \frac{1}{100}$.

	Hauteur primitive.	Hauteur restante.
Crusher supérieur de culasse.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},86$
Crusher inférieur de culasse.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},61$

Observations. — On entend une détonation forte, plus longue qu'au coup précédent, suivie d'un sifflement prononcé qui accuse une fuite sensible. La boule a fonctionné, mais le boulon s'est brisé à ses deux extrémités et a été projeté en avant ainsi que la moitié de la boule, qui s'est arrachée suivant un plan diamétral passant par le boulon et perpendiculaire à l'axe du canon. L'autre moitié est restée encastrée dans la plaque et fait joint hermétique, sauf à l'emplacement des deux têtes du boulon, où les deux fuites se sont produites. Le boulon est retrouvé tordu à $8^{m},00$ environ.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

Charge de $1^{kg},532$ placée comme précédemment, mais on ne met ni la boule, ni la plaque avant. $\Delta = \frac{1}{100}$.

On entend un bruit très faible et l'on voit sortir par la bouche des vapeurs nitreuses qui prouvent que la détonation ne s'est pas produite. On retrouve d'ailleurs la charge intacte, sauf la première cartouche, de 50^{cm} de longueur, qui paraît avoir brûlé sur 1/3 seulement environ de sa longueur; le reste de la dynamite de cette cartouche est répandu dans l'intérieur du canon.

J. BIJU-DUVAL.

Séance du 31 *juillet* 1894 (1).

Les dispositions adoptées sont les mêmes que dans la séance du 24 juillet. Les résultats trouvés ont été les suivants :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1, sur $2^{m},46$ de longueur; (la

(1) Membres présents : MM. Leherle, Morin, Le Chatelier, Poutet, Louis, Vieille et Biju-Duval.

Digitized by Google

charge est disposée à $0^m,15$ de la culasse, l'amorce placée du côté de la culasse; la bouche de la pièce reste ouverte). $\Delta = \frac{1}{100}$.

	Hauteur primitive.	Hauteur restante.
Crusher supérieur de culasse. Piston de 4^{cq}	$4^{mm},90$	$3^{mm},12$
Crusher inférieur de culasse. Piston de 4^{cq}	$4^{mm},90$	$2^{mm},27$

Observations. — Détonation violente. L'écran en fer, de $2^m,01$ de hauteur sur $1^m,00$ de largeur et 27^{mm} d'épaisseur, qui se retrouve à $6^m,60$ de la bouche du canon, a été sensiblement déplacé: un côté a reculé de 3^{cm}, l'autre de 18^{cm}.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1, sur $2^m,46$ de longueur. $\Delta = \frac{1}{100}$. La charge est disposée à $0^m,81$ de la bouche du canon, l'amorce étant placée du côté de la bouche. Le jeu qui existe entre la boule et la surface interne de la pièce étant assez grand pour laisser passer la mèche, le feu est mis de ce côté. On dispose à l'avant la plaque avec siège que l'on a garni d'une cuvette en plomb réduisant finalement le diamètre à $18^{cm},8$.

	Hauteur primitive.	Hauteur restante.
Crusher supérieur de culasse. Piston de 4^{cq}	$3^{mm},31$	$2^{mm},28$
Crusher inférieur de culasse. Piston de 4^{cq}	$3^{mm},28$	$2^{mm},35$

Observations. — Détonation violente suivie d'un sifflement prolongé accusant une fuite marquée. La boule est restée encastrée dans le siège; mais la partie avant de la boule a été arrachée. Le boulon, tordu, n'a pas été brisé; il reste dans la partie arrêtée dans la pièce. Des fuites considérables se sont produites le long des têtes de boulon; le reste de la boule fait obturation. La collerette en plomb a été arrachée presque entièrement; la partie qui reste fait saillie de 6^{cm} en dehors de la plaque. Quand on enlève cette plaque, la boule n'est pas entraînée : elle est coincée dans la pièce même par du plomb qui a coulé entre elle et la pièce et s'est moulé dans les rayures.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1, sur $2^m,46$ de longueur.

Digitized by Google

$\Delta = \frac{1}{100}$. La charge est disposée à $0^m,15$ de la plaque de fermeture pleine; l'amorce est placée à l'autre extrémité de la charge, du côté de la culasse; le feu est mis avec une longue mèche Bickford passant par le trou de lumière de la culasse.

	CRUSHERS			
	DE CULASSE		DE LA PLAQUE AVANT	
	Crusher supér. Piston de 4^{cq}.	Crusher infér. Piston de 4^{cq}.	Piston de 4^{cq}.	Piston de $2^{cq},5$
Hauteur primitive....	$3^{mm},31$	$3^{mm},34$	$4^{mm},00$	$4^{mm},58$
Hauteur restante.....	$3^{mm},00$	$3^{mm},05$	$1^{mm},05$	$1^{mm},75$

Observations. — On entend un petit bruit sec très faible; aucune fuite ne se produit.

J. BIJU-DUVAL.

Séance du 19 septembre 1894 (1).

Les dispositions adoptées sont les mêmes que dans les séances précédentes. Les résultats trouvés ont été les suivants :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1, sur $2^m,46$ de longueur $\Delta = \frac{1}{100}$. La charge est disposée à $0^m,15$ de la culasse, l'amorce placée du côté de la culasse. La bouche de la pièce est fermée par la plaque munie de ses deux crushers.

	CRUSHERS			
	DE LA CULASSE.		DE LA PLAQUE AVANT.	
	Crusher supér. Piston de 4^{cq}.	Crusher infér. Piston de 4^{cq}.	Piston de 4^{cq}.	Piston de $2^{cq},5$.
Hauteur primitive....	$4^{mm},10$	$4^{mm},01$	$2^{mm},62$	$3^{mm},36$
Hauteur restante.....	$3^{mm},15$	$5^{mm},01$	$1^{mm},26$	$2^{mm},09$

(1) Membres présents: MM. Leherle, Poutet, Vieille et Biju-Duval.

Digitized by Google

Observations. — On entend un petit bruit sec très faible; aucune fuite ne se produit. Résidus siliceux ordinaires.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1 (de Cugny) sur $2^{m},46$ de longueur. $\Delta = \frac{1}{100}$. La charge est disposée à $0^{m},15$ de la culasse, mais l'amorce est placée à l'autre extrémité de la charge. La mèche Bickford est fixée à chacun des petits supports, de façon à empêcher tout contact avec la charge. La bouche de la pièce est fermée par la plaque munie de ses deux crushers.

	CRUSHERS			
	DE LA CULASSE.		DE LA PLAQUE AVANT.	
	Crusher supér. Piston de 4^{cq}.	Crusher infér. Piston de 4^{cq}.	Piston de 4^{cq}.	Piston de $2^{cq},5$.
Hauteur primitive....	$2^{mm},69$	$2^{mm},68$	$3^{mm},37$	$4^{mm},04$
Hauteur restante.....	$1^{mm},98$	$1^{mm},50$	$2^{mm},17$	$2^{mm},95$

Observations. — On entend un petit bruit sec très faible; aucune fuite ne se produit. Résidus siliceux ordinaires.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1 (de Cugny), sur $2^{m},46$ de longueur. $\Delta = \frac{1}{100}$. La charge est disposée à $0^{m},15$ de la culasse, l'amorce placée du côté de la culasse. On fixe à l'avant la plaque spéciale, avec siège que l'on a garni d'une tubulure en bronze réduisant finalement le diamètre à 182^{mm}; cette tubulure est conforme à la *fig.* 11. La boule est placée à $0^{m},28$ de l'extrémité avant du canon.

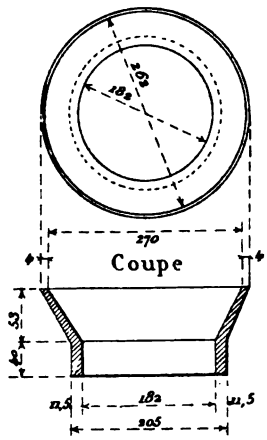
	Hauteur primitive.	Hauteur restante.
Crusher supérieur de culasse. Piston de 4^{cq}.....	$4^{mm},16$	$2^{mm},90$
Crusher inférieur de culasse. Piston de 4^{cq}.....	$4^{mm},12$	$2^{mm},84$

Observations. — Détonation violente, suivie d'un sifflement prolongé provenant d'une fuite par le joint de la plaque avant. La boule est restée encastrée dans la tubulure en bronze, qui s'est légèrement déplacée en

Digitized by Google

avant. La partie antérieure de la boule a été arrachée, mais l'obturation est complète; aucune trace de fuite n'existe autour de la boule. Après enlèvement de la plaque, on constate que les résidus siliceux sont restés à

Fig. 11.



l'intérieur de la pièce, comme dans les expériences précédentes. Entre la boule et le siège en bronze, on trouve des restes de bois déchiqueté semblant provenir du support de la charge de dynamite.

J. Biju-Duval.

RELEVÉ DES EXPÉRIENCES

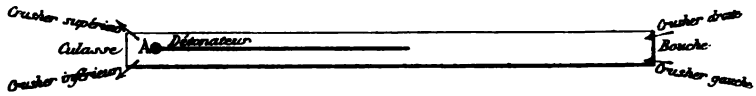
effectuées dans les séances des 19, 24, 31 juillet et 19 septembre 1894.

Répartition des pressions dans un tube de 27^{cm} de diamètre et de 4^{m},92 de longueur.

Charge formée d'une cartouche de dynamite n° 1, à 75 pour 100 de nitroglycérine, de 2^{m},46 de longueur disposée suivant l'axe et occupant la moitié de la longueur du tube.

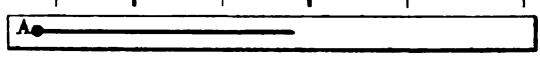
Digitized by Google

1° Charge $0^{kg},766$. Densité de chargement $\frac{1}{200}$ sur la longueur occupée par la charge.



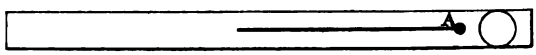
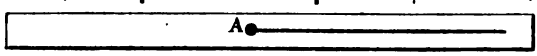
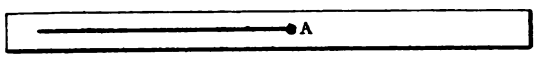
		PISTON de	HAUTEUR primitive.	HAUTEUR restante.	PRESSION calculée.	DATE de l'expérience	OBSERVATIONS.
		cq	mm	mm	kg		
Crusher culasse	supérieur..	4,0	4,90	4,18	35,8	19 juillet	
			4,90	4,08	38,9	24 »	avec boule
	inférieur...	4,0	4,90	3,80	46,9	19 »	
			4,90	4,16	36,4	24 »	avec boule
Crusher bouche	droite.....	4,0	4,90	2,45	78,4	19 »	
	gauche....	2,5	4,90	3,52	87,2	19 »	

2° Charge $1^{kg},532$. Densité de chargement $\frac{1}{200}$ sur la longueur occupée par la charge.



		PISTON de	HAUTEUR primitive.	HAUTEUR restante.	PRESSION calculée.	DATE de l'expérience.	OBSERVATIONS.
		cq	mm	mm	kg		
Crusher culasse	supérieur..	4,0	4,90	3,07	65,4	19 juillet	
			4,90	3,17	63,1	24 »	
			4,90	2,86	69,9	24 »	avec boule
			4,90	3,12	64,0	31 »	bouche ouverte
			4,16	2,90	84,7	19 sept.	avec boule
			4,10	3,15	80,5	19 sept.	
	inférieur...	4,0	4,90	2,63	74,6	19 juillet	
			4,90	2,74	72,5	24 »	
			4,90	2,61	74,8	24 »	avec boule
			4,90	2,27	82,2	31 »	bouche ouverte
			4,12	2,84	86,8	19 sept.	avec boule
			4,01	3,01	85,6	19 sept.	
Crusher bouche	droite.....	4,0	3,33	1,62	142,9	19 juillet	
			3,27	1,86	136,5	24 juillet	
			2,62	1,26	196,9	19 sept.	
	gauche....	2,5	4,11	2,40	154,6	19 juillet	
			4,10	2,68	145,0	24 juillet	
			3,36	2,09	201,7	19 sept.	

Digitized by Google

		PISTON de	HAUTEUR primitive.	HAUTEUR restante.	PRESSION calculée.	DATE de l'expérience.	OBSERVATIONS.
							
		cq	mm	mm	kg		
Crusher culasse	supérieur..	4,0	3,31	2,28	124,8	31 juillet	avec boule
	inférieur...	4,0	3,28	2,35	121,2	31 juillet	avec boule
							
Crusher culasse	supérieur..	4,0	3,31	3,00	101,7	31 juillet	
	inférieur...	4,0	3,34	3,05	101,1	31 »	
Crusher bouche	droite.....	4,0	4,00	1,05	>139,3?	31 »	
	gauche....	2,5	4,58	1,75	161,9	31 »	
							
Crusher culasse	supérieur..	4,0	2,69	1,98	154,0	19 sept.	
	inférieur. .	4,0	2,68	1,50	178,1	19 »	
Crusher bouche	droite.....	4,0	3,37	2,17	123,5	19 »	
	gauche.. .	2,5	4,04	2,95	144,2	19 »	

Les pressions ont été évaluées en considérant les écrasements obtenus comme dynamiques (écrasement double) et se reportant à la Table de tarage statique actuellement réglementaire pour l'évaluation des pressions dans les armes de petit calibre.

P. VIEILLE.

DOCUMENT N° 8.

PROCÈS-VERBAL

de la séance du 27 octobre 1894,

à la poudrerie de Sevran-Livry.

EXPLOSION DE CHARGES DE DYNAMITES

dans un canon de 27cm Mle 1870 modifié.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE ($\Delta = \frac{1}{100}$).

Au lieu d'employer pour faire obturation, comme dans les expériences précédentes, une sphère composée de disques de carton superposés, on se

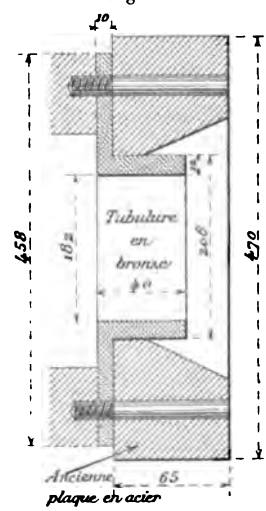
Digitized by Google

sert d'un cylindre, également en disques de carton superposés, enfilés sur une tige centrale en fer et serrés par un écrou; le diamètre du cylindre est égal à celui des premières sphères et sa hauteur égale à son diamètre.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1 (de Cugny) sur $2^{m},46$ de longueur. La charge est disposée à $0^{m},15$ de la culasse, l'amorce placée du côté de la culasse.

On dispose à l'avant la plaque avec siège, que l'on a garnie d'une tubulure en bronze, conformément à la *fig.* 12; le cylindre en disques de carton a été, auparavant, placé dans la pièce, la face garnie de l'écrou étant mise du côté de la bouche, à une distance de 28^{cm} de la plaque de fermeture.

Fig. 12.



La mise de feu se fait comme d'habitude.

Les résultats trouvés ont été les suivants :

	CRUSHERS DE LA CULASSE. PISTON DE 4^{cq}.	
	Crusher supérieur.	Crusher inférieur.
Hauteur primitive	$4^{mm},09$	$4^{mm},10$
Hauteur restante	$3^{mm},20$	$3^{mm},16$
Pression $\frac{f}{2}$ (Écrasement dynamique)	$80^{kg},1$	$80^{kg},5$

Digitized by Google

Observations. — On n'entend pas de détonation violente, comme cela se produisait avec le tube ouvert : un sifflement prolongé accuse une fuite marquée. La partie arrière du cylindre en carton est restée encastrée dans la tubulure et fait un joint hermétique sur tout le pourtour de cette tubulure; aucune fuite ne s'est produite par là, mais la partie avant du cylindre a été arrachée, ainsi que la tige en fer, qui est allée frapper sur l'écran placé à quelques mètres en avant du canon et a rebondi ensuite à une petite distance en arrière. Une fuite s'est déclarée par le trou laissé par cette tige. Il semble pourtant que cette fuite n'a pas été très forte et que la fuite principale provient du joint même de la plaque; après soulèvement de la plaque, on est obligé de refouler le cylindre, qui force dans les rayures, à l'aide d'un écouvillon. On retrouve à l'intérieur la tête renforcée de la tige. Un examen attentif semble montrer que la tige ne s'est pas cassée immédiatement, car l'aspect des premiers cartons prouve une pression considérable exercée sur eux par la tête même de la tige.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE ($\Delta = \frac{1}{100}$).

On conserve la même densité de chargement par unité de longueur, mais on emploie une charge occupant toute la longueur de la pièce. Charge totale de $2^{kg}, 815$ de dynamite n° 1 sur $4^{m}, 63$.

La charge est disposée à $0^{m}, 15$ de la culasse et même distance de la plaque de fermeture avant, munie de deux appareils crushers à pistons, l'un de $2^{cm}, 5$, l'autre de 1^{cm} seulement.

On obtient les résultats suivants :

	CRUSHERS			
	DE LA CULASSE.		DE LA PLAQUE AVANT.	
	Crusher supér Piston de 4^{cq}.	Crusher infér. Piston de 4^{cq}.	Piston de $2^{cq}, 5$.	Piston de 4^{cq}.
Hauteur primitive....	$4^{mm}, 12$	$4^{mm}, 15$	$3^{mm}, 09$	$4^{mm}, 12$
Hauteur restante.....	$2^{mm}, 73$	$2^{mm}, 75$	$1^{mm}, 13$	$2^{mm}, 28$
Pression (écrasement dynamique).....	$88^{kg}, 9$	$88^{kg}, 1$	$> 281^{kg}. 4$	$398^{kg}, 1$

Observations. — On entend un sifflement prolongé. Une fuite assez forte s'est produite par le joint de la plaque avant.

J. BIJU-DUVAL.

Digitized by Google

DOCUMENT N° 9.

PROCÈS-VERBAL
de la séance du 9 juillet 1895,
à la poudrerie de Sevran-Livry (1).

OBJET DE LA SÉANCE.

1° Vérifier la valeur des pressions obtenues dans le canon de 27^{cm}, par la combustion de charges diverses ;

2° Vérifier dans l'appareil de la Commission le fonctionnement d'un cylindre obturateur sous pression faible.

RÉSULTATS OBTENUS.

I. — *Combustion de charges dans le canon de* 27^{cm}.

Le canon employé est le même que celui qui a déjà servi dans les expériences précédentes. Deux crushers de 4^{mm},90 sont placés à la culasse, deux autres semblables sont placés à la plaque obturatrice de l'avant du canon.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Charge totale de 2^{kg},816 de dynamite n° 1, correspondant à une densité de chargement de $\frac{1}{100}$ par unité de longueur. Cette charge occupe une longueur de 4^{m},63 et est placée dans une caisse rectangulaire en bois de 12^{mm} d'épaisseur. L'extrémité antérieure est disposée à 10^{cm} environ de la culasse de fermeture : une petite charge-amorce de poudre de chasse de 20^{gr}, dans laquelle pénètre une mèche Bickford qui passe par le trou de lumière de la culasse, assure la transmission de la combustion à la charge de dynamite.

	CRUSHERS			
	DE CULASSE		DE LA PLAQUE AVANT	
	Crusher supér. Piston de 4^{cq}.	Crusher infér. Piston de 4^{cq}.	Piston de 4^{cq}.	Piston de 2^{cq},5.
Hauteur restante.....	4^{mm},14	4^{mm},09	3^{mm},79	4^{mm},35
Pression correspondante	58^{kg},0	60^{kg},4	73^{kg},8	75^{kg},5

(1) Membres présents : MM. Leherle, Le Chatelier, Lardillon, Vieille, Poutet et Biju-Duval.

Digitized by Google

Observations. — On entend un sifflement prolongé, dû à la sortie des gaz par le trou de lumière de la culasse et à une fuite au joint de la plaque avant. A l'intérieur du canon, on retrouve la boîte en bois entière; ses parois sont seulement carbonisées sur une épaisseur très faible. La silice de la dynamite est fondue, mais se présente en général sous forme de globules plus divisés et moins boursouflés que dans les expériences où l'on faisait détoner les charges par l'intermédiaire d'une amorce au fulminate de mercure.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Même disposition en employant une charge de dynamite-gomme. Poids de la charge $2^{kg},816$; $\Delta = \frac{1}{100}$.

	CRUSHERS			
	DE LA CULASSE.		DE LA PLAQUE AVANT.	
	Crusher supér. Piston de 4 cq.	Crusher infér. Piston de 4 cq.	Piston de 4 cq.	Piston de 2 cq, 5.
Hauteur restante.....	$3^{mm},79$	$3^{mm},46$	$3^{mm},14$	$3^{mm},98$
Pression correspondante	$73^{kg},8$	$87^{kg},6$	$102^{kg},7$	$104^{kg},8$

Observations. — Fuite au joint de la plaque avant et par le trou de lumière de la culasse. La caisse en bois n'est pas plus détériorée que dans l'expérience précédente.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Même disposition avec une charge de poudre noire MC 30. Poids de la charge $8^{kg},448$; $\Delta = \frac{3}{100}$.

	CRUSHERS			
	DE LA CULASSE.		DE LA PLAQUE AVANT.	
	Crusher supér. Piston de 4 cq.	Crusher infér. Piston de 4 cq.	Piston de 4 cq.	Piston de 2 cq, 5.
Hauteur restante.....	$3^{mm},18$	$3^{mm},15$	$3^{mm},06$	$3^{mm},90$
Pression correspondante	$100^{kg},6$	$102^{kg},2$	$107^{kg},0$	$110^{kg},4$

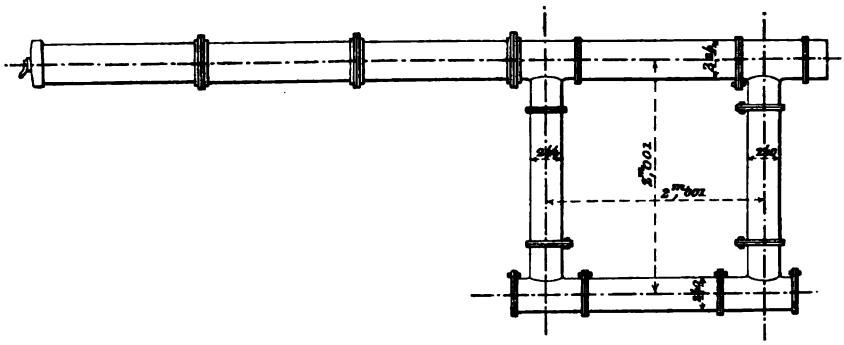
Digitized by Google

Observations. — Fuite par le trou de lumière de la culasse seulement. A l'intérieur, on trouve les parois de la caisse séparées sur toute leur longueur et beaucoup plus carbonisées que dans les deux premiers essais.

II. — *Essai de l'appareil spécial de la Commission.*

L'appareil d'essai établi par la Commission, dans le but d'étudier le fonctionnement d'un dispositif d'obturation dans des conditions se rapprochant de la pratique, a été décrit dans le procès-verbal de la séance du 5 mai 1894.

Fig. 13. — Appareil modifié.



Des ruptures s'étant produites dans la partie primitivement construite en fonte, cette partie a été refaite entièrement en acier coulé, mais on a diminué sensiblement la longueur totale du branchement représentant le chemin de service; seule, la chambre à combustion n'a pas été modifiée.

Les divers essais exécutés, soit dans l'appareil primitif, soit dans le canon de 27^{cm}, avaient montré que le fonctionnement du système obturateur (boule ou cylindre) semblait assuré dans le cas des pressions correspondant à des densités de chargement variant de $\frac{1}{600}$ à $\frac{1}{100}$ (la question de résistance de la boule ou du cylindre mise à part). Il restait à rechercher si ce fonctionnement subsisterait pour des pressions plus faibles.

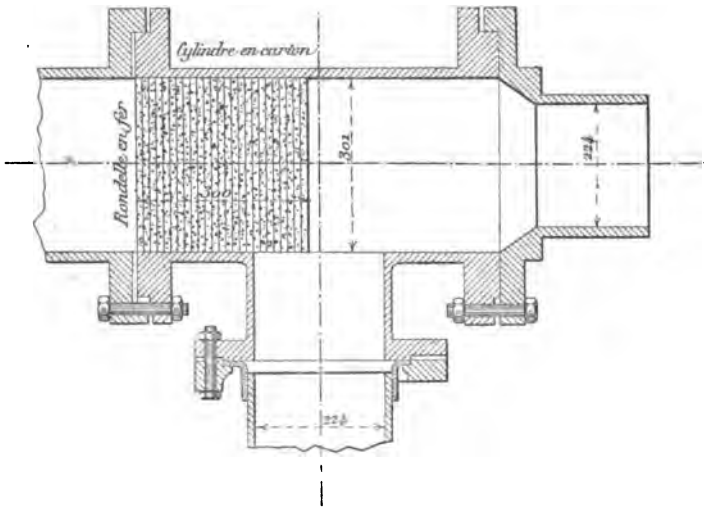
Dans cet essai, la charge employée, de 1^{kg},050 de poudre noire MC 30, est uniformément répartie dans une gouttière en tôle sur toute la longueur de la chambre à combustion. Cette charge donne lieu, dans la partie de l'appareil occupée par le chargement, à la densité de $\frac{3}{1000}$, soit le $\frac{1}{10}$ de la valeur prévue par la Commission du grisou dans l'établissement des dynamitières.

Un cylindre, en rondelles de carton clouées les unes sur les autres, est disposé à la place ordinaire des boules. Ce cylindre (poids 18^{kg}, longueur 30^{cm}, diamètre 30^{cm}), arrêté par la rondelle métallique qui servait à retenir les boules, dépasse de 8^{cm} environ le premier branchement.

Digitized by Google

Un écran en carton mince est placé en avant de la bouche à 25 centimètres (*fig.* 14).

Fig. 14.



On entend un coup très sourd, suivi d'un long sifflement provenant de l'écoulement des gaz par le trou de lumière servant à la mise de feu.

Aucune fumée du côté de la bouche. L'écran est en place, légèrement incliné; le carton est taché d'un certain nombre de petites éclaboussures, mais il est certain que la poussée a été absolument insignifiante. Le cylindre fait obturation complète; il s'est fortement embouti sur le siège, comme le montre la *fig.* 15; mais il est à remarquer que la déformation d'un

Fig. 15.

nombre assez faible de feuilles de carton (5^{cm} ou 6^{cm} d'épaisseur totale) a suffi pour amortir la vitesse du cylindre.

J. Biju-Duval.

Digitized by Google

Document n° 10.

PROCÈS-VERBAL

de la séance du 24 juillet 1895,

à la poudrerie de Sevran-Livry (1).

Objet de la séance.

1° Vérifier le fonctionnement de cylindres obturateurs dans le canon de 27^{cm} sous les pressions produites par la détonation de charges de dynamite à la densité de chargement de $\frac{1}{100}$.

2° Vérifier dans l'appareil de la Commission le fonctionnement d'un cylindre obturateur sous faible pression.

Résultats obtenus.

I. — *Détonation de charges de dynamite dans le canon de* 27^{cm}.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE ($\Delta = \frac{1}{100}$).

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1, sur $2^{m},46$ de longueur disposée à $0^{m},15$ de la culasse. A l'avant du canon est placée la plaque à ouverture centrale tronconique, réduisant le diamètre aux 3/4 du diamètre intérieur de la pièce.

Le cylindre en carton, en disques superposés et cloués, est placé à 30^{cm} de la plaque sus-indiquée : ce cylindre a 27^{cm} de diamètre et 30^{cm} de longueur. Le feu est mis à la charge, du côté de la culasse, avec une amorce de $1^{gr},5$ de fulminate de mercure.

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION calculée.
	primitive.	restante.	
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$3^{mm},07$	$65^{kg},7$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	»	»

Observations. — On a entendu une détonation violente : le cylindre en

(1) Membres présents : MM. Le Chatelier, Vieille, Poutet et Biju-Duval.

Digitized by Google

carton avait en entier passé par l'ouverture tronconique et les disques ont été retrouvés épars de tous côtés ; une marque très nette se voit sur l'écran en fer placé à 5^{m} de la bouche, lequel a tourné de 25^{cm} environ autour d'un de ses angles inférieurs.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Même charge, même disposition, mais on emploie un cylindre composé de 10 rondelles de bois de 27^{mm} d'épaisseur chacune, clouées ensemble.

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$3^{mm},04$	$65^{kg},9$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},53$	$77^{kg},0$

Observations. — Détonation violente comme à l'expérience précédente : le cylindre a passé entièrement par l'ouverture ; il a été brisé et déchiqueté en un grand nombre de morceaux.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Même disposition de charge, avec emploi d'un cylindre en disques de carton ne différant du premier que par sa longueur, plus faible de 3^{cm}. On remplace la plaque d'avant à ouverture tronconique par la même plaque garnie de la tubulure en bronze, à trou cylindrique de 182^{mm} de diamètre, déjà employée dans la séance du 27 juillet 1894. Le diamètre de sortie, au lieu d'être progressivement réduit aux trois quarts comme dans les deux expériences précédentes, se trouve ainsi brusquement réduit aux deux tiers.

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},94$	$68^{kg},9$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},49$	$77^{kg},9$

Digitized by Google

Observations. — Bruit sensiblement moins violent qu'aux coups précédents, quoique encore assez fort, suivi d'un sifflement dû à des fuites par le trou de lumière, par le joint de la plaque et autour de la partie du cylindre restée encastrée dans la plaque : la *fig.* 16 donne une idée de la façon dont a fonctionné le cylindre : il reste à l'intérieur du canon une longueur de 16^{cm} environ; toute la partie antérieure a été découpée le

Fig. 16.

long de l'arête circulaire de l'orifice et arrachée par inertie; on remarque à la partie supérieure du cylindre, tout le long du joint, une surépaisseur partant environ des extrémités d'un diamètre horizontal et allant en s'élargissant jusqu'au sommet; cette surépaisseur provient de la matière même des disques antérieurs du cylindre refoulée dans le jeu de quelques millimètres existant entre ce cylindre et la partie supérieure de l'âme du canon. Pareil refoulement de matière existe dans le joint de la plaque avant.

II. — *Essai de l'appareil spécial de la commission.*

La charge la plus faible que l'on ait employée dans les essais précédents est de $1^{kg},050$ de poudre noire MC_{30}, correspondant au dixième de la valeur prévue par la Commission du grisou : on a voulu vérifier si les systèmes d'obturation fonctionnaient avec une charge encore plus faible.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

La charge essayée est de $0^{kg},350$, soit une densité de chargement de $\frac{1}{1000}$ en poudre noire, ou $\frac{1}{30}$ de la densité prévue. Dans cette expérience, on a mis le feu à la charge, sans placer de cylindre obturateur ni la tubulure extrême.

Observations. — Le bruit produit est faible et le jet de flammes sort à 2^{m} environ de l'extrémité de l'appareil. Il est évident que la violence du jet eût été singulièrement augmentée si la tubulure avait été mise en place.

Digitized by Google

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Le cylindre est le même que celui qui a déjà servi dans la séance précédente du 9 juillet : on s'est contenté d'enlever les feuilles qui avaient été détériorées, ce qui réduit la hauteur du cylindre à 28^{cm}. On le met en place en ayant soin de le diriger du côté du siège de la tubulure spéciale, la face qui se trouvait dans la dernière séance du côté de la chambre à poudre. La charge essayée est la même qu'au premier essai.

Un écran en carton mince est placé en avant de la bouche, à 25^{cm} environ.

Observations. — On entend un coup sourd, suivi d'un sifflement provenant de l'écoulement des gaz par le trou de lumière : fumée très faible du côté de la bouche. Le carton, taché de petites éclaboussures, n'a reçu qu'une poussée assez faible. On voit que le cylindre n'a pénétré qu'à peine dans la partie conique formant siège.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

La charge essayée est la même que les précédentes.

Sans défaire la tubulure, on repousse le cylindre à sa place et on recommence un essai semblable.

Observations. — Les résultats sont sensiblement les mêmes; cependant, le cylindre a avancé davantage sur le siège et l'on peut considérer l'obturation comme complète. Après enlèvement de la tubulure, on constate que l'extrémité du cylindre s'est moulée sur le siège, sur 1^{cm},5 environ de hauteur.

J. BIJU-DUVAL.

DOCUMENT N° 11.

PROCÈS-VERBAL
de la séance du 28 *septembre* 1895,
à la poudrerie de Sevran-Livry (1).

OBJET DE LA SÉANCE.

Vérifier le fonctionnement de cylindres obturateurs dans le canon de 27^{cm}, sous les pressions produites par la détonation de charges de dynamite à la densité de chargement de 1/100.

---

(1) Membres présents : MM. Berthelot, Morin, Vieille, Bertrand et Biju-Duval.

Digitized by Google

RÉSULTATS OBTENUS.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE. — $\Delta = \frac{1}{100}$.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1 sur $2^{m},46$ de longueur. L'extrémité de la charge est disposée à $0^{m},15$ de la culasse; le feu est mis à la charge, du côté de la culasse, avec une amorce de $1^{gr},5$ de fulminate de mercure. A l'avant est placée la plaque à ouverture tronconique, garnie de la tubulure en bronze à trou cylindrique de 182^{mm} de diamètre, réduisant le diamètre aux 2/3 ; le joint est assuré à l'aide d'une rondelle en plomb de $2^{mm},5$ d'épaisseur et 11^{mm} de largeur, encastrée de $1^{mm},5$ dans la face de la tubulure en bronze. On ne place aucun cylindre obturateur à l'intérieur de la pièce.

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},76$	$74^{kg},2$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},72$	$75^{kg},7$

Détonation violente.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE. — $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même charge et même disposition. On emploie, pour l'obturation, un cylindre en bois de peuplier, de $0^{m},30$ de hauteur, composé de disques

Fig. 17.

superposés et cloués : ce cylindre, pesant 8^{kg}, est placé à $0^{m},30$ de la plaque avant (*fig.* 17).

Les crushers de la culasse ont donné :

Digitized by Google

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm}.97$	$66^{kg},1$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},88$	$69^{kg},3$

On n'a entendu qu'un coup très faible, semblable à un coup de pistolet. Aucune fuite ne s'est produite au joint de la plaque avant. La face antérieure du cylindre en bois a été découpée le long de l'arête circulaire de l'orifice, et la partie centrale arrachée par inertie. La partie arrière du cylindre fait un joint hermétique sur tout le pourtour de la tubulure, et l'on est obligé de desserrer les boulons pour permettre aux gaz de s'échapper de l'intérieur du canon. Le cylindre en bois s'est moulé sur la surface intérieure de la pièce; les rayures sont marquées nettement; la hauteur de ce cylindre est réduite à $0^{m},17$.

TROISIÈME EXPÉRIENCE. — $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même charge et même disposition : la plaque avant est remise en place sans changer la rondelle en plomb formant joint. Le cylindre obturateur

Fig. 18.

employé, de $0^{m},30$ de hauteur, est composé de rondelles en carton cuir séparées par des rondelles de tôle; il pèse 21^{kg} (*fig.* 18).

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},86$	$69^{kg},7$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},35$	$80^{kg},5$

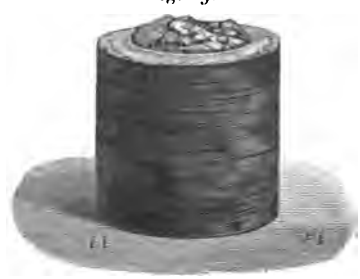
Digitized by Google

On a entendu un coup sourd, mais peu violent, avec sifflement prolongé interrompu au début par plusieurs petits coups successifs. En arrivant près de la pièce, on a vu une flamme rougeâtre s'échapper violemment sous la poussée des gaz; cette flamme n'avait d'ailleurs au plus que $0^{m},15$ à $0^{m},20$ de longueur : on a pu l'éteindre assez facilement. De même que dans l'expérience précédente, la partie centrale antérieure avait été arrachée. Une fuite très légère s'est produite le long du joint. Après enlèvement de la plaque à tubulure, on a constaté que la hauteur du cylindre était réduite à $0^{m},22$, mais que la partie arrière ainsi que le pourtour présentaient l'aspect ordinaire des cylindres déjà essayés, sans aucune fissure. La fuite ne provenait donc que du jeu existant entre le cylindre et la pièce : le jet de flamme signalé devait provenir de la partie antérieure du cylindre, à laquelle le feu aurait été mis par une étincelle provenant du frottement brusque, les unes contre les autres, des morceaux des rondelles de tôle déchirées.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE. — $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même charge et même disposition. On remplace l'anneau en plomb de la plaque de fermeture par un anneau en cuivre de mêmes dimensions.

Fig. 19.



Le cylindre obturateur employé, de $0^{m},30$ de hauteur, est composé uniquement de rondelles de carton cuir superposées et clouées ; il pèse $14^{kg},200$ (*fig.* 19).

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},95$	$65^{kg},4$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},80$	$71^{kg},2$

Digitized by Google

Bruit très faible, analogue à celui de la deuxième expérience. Aucune fuite ne s'est produite au joint de la plaque. Le même phénomène d'arrachement par inertie de la partie centrale est constaté ; on retrouve entier le morceau circulaire détaché. L'obturation par le cylindre est complète, et l'on est obligé de desserrer les boulons pour permettre aux gaz de s'échapper de l'intérieur du canon. Après enlèvement de la plaque, on constate que la hauteur du cylindre est réduite à $0^m,26$.

J. Biju-Duval.

Digitized by Google

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

RAPPORT N° 101. — 9 AVRIL 1896.

RAPPORT

SUR L'ÉTUDE DES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES

DYNAMITIÈRES SOUTERRAINES.

EXPÉRIENCES DE BLANZY.

ASSISTAIENT AUX EXPÉRIENCES :

1° Représentants des divers services intéressés.

MM. le Gal Castan, Commission des substances explosives.
de Gournay, Compagnie des mines de Blanzy.
Gruner, Comité central des houillères de France.
Delafond, Service des mines.

2° Ingénieurs ou officiers des divers services...

MM. Bertrand,
Biju-Duval,
Champy,
Chesneau,
Gerbault,
Le Chatelier,
Leherle,
Liouville,
Mathey,
Morin,
Suysse,
Vieille.

Digitized by Google

DYNAMITIÈRES SOUTERRAINES.

Dynamitières en communication avec les travaux.

Le ministre de la guerre, par dépêche du 27 novembre 1893, a saisi la Commission des substances explosives de l'étude des questions qui se rattachent à l'établissement des dépôts de dynamite dans les travaux souterrains des exploitations minières.

Les premières recherches de la commission ont porté sur les conditions d'établissement des dépôts souterrains de dynamite en communication avec les travaux, et sur les dispositifs d'obturation automatique permettant d'isoler, en cas d'explosion, la dynamitière des galeries en exploitation.

Les résultats favorables obtenus, au cours des années 1894 et 1895, dans des expériences effectuées sur une échelle restreinte, ont conduit la commission à formuler, dans un rapport en date du 10 octobre 1895, les règles qui lui paraissaient applicables à l'établissement de ce type de dynamitières en relation avec les travaux ; la commission concluait toutefois à l'utilité d'expériences en grand que les moyens d'action qu'elle avait à sa disposition ne lui permettaient pas d'entreprendre.

Dynamitières superficielles.

La commission a été également amenée à étudier les conditions d'établissement d'un deuxième type de dynamitière enterré à des profondeurs relativement faibles et sans communication avec les travaux. Ces dynamitières superficielles fonctionneraient, en cas d'explosion, comme des fourneaux de mine, avec des effets extérieurs plus ou moins atténués, selon la profondeur adoptée, et il y a lieu de penser que ce type de dynamitière est susceptible

Digitized by Google

d'assurer, pour le voisinage, des conditions de sécurité très supérieures à celles qui résultent des dispositions généralement admises aujourd'hui pour les dynamitières à l'air libre.

Dans cette deuxième étude, la commission ne pouvait, avec les moyens dont elle dispose, que rechercher, par l'emploi de charges réduites, les dispositions les plus favorables à l'atténuation des effets extérieurs ; mais l'ordre de grandeur de ces effets ne pouvait être apprécié que par des expériences portant sur des masses explosives trop considérables pour être expérimentées dans les polygones mis à la disposition de la commission.

Des expériences en grand, concernant ces deux types de dynamitières, ont pu être réalisées, grâce à l'initiative du Comité central des houillères de France et au généreux concours de la Compagnie de Blanzy, et, par dépêche du 26 octobre 1895, le ministre de la guerre a autorisé la commission à prendre la direction et le contrôle techniques de ces essais.

Des expériences de cette nature entraînent, outre des dépenses considérables, des difficultés matérielles d'installation toutes spéciales résultant des zones dangereuses à prévoir en cas d'insuccès des dispositifs expérimentés. La commission tient donc à exprimer ses vifs remercîments au Comité des houillères et à la Compagnie de Blanzy, qui ont bien voulu assumer ces charges et contribuer à élucider des problèmes importants concernant la sécurité des exploitations minières.

Les expériences ont été effectuées à Blanzy, le 21 décembre 1895.

Ces expériences sont au nombre de trois :

L'expérience n° 1 concerne le type de dynamitière souterraine en communication avec les travaux.

Les expériences n^{os} 2 et 3 concernent les effets extérieurs de dépôts de dynamite superficiels.

Digitized by Google

I.—Dynamitière souterraine en communication avec les travaux.

Nous rappellerons brièvement le principe des dispositions proposées par la commission, dans son rapport du 10 octobre 1895.

1° La dynamitière est constituée par une galerie en forme de T dont la branche transversale reçoit le dépôt explosif, la deuxième branche servant de galerie d'accès.

La charge explosive est disposée suivant l'axe de la galerie transversale. La section de cette galerie est établie de façon que le poids d'explosif par mètre courant, évalué en kilogrammes, soit le 1/100 du volume de la galerie par mètre courant, évalué en litres.

A cette *densité de chargement* de 1/100 correspond, en cas d'explosion, une pression moyenne ne dépassant pas 100^{kg} par centimètre carré, quelle que soit d'ailleurs la longueur de la galerie et, par suite, la charge totale.

2° La galerie d'accès reçoit un tampon ou piston mobile, du même diamètre que la galerie, susceptible de s'appliquer, par un déplacement égal environ à son diamètre, sur un siège plan formé par un rétrécissement de cette galerie.

La disposition générale en T, adoptée pour la dynamitière, a pour but de soustraire le dispositif d'obturation aux surpressions qui se produisent, dans la détonation de charges allongées, aux extrémités des capacités dans lesquelles se trouve répartie la charge.

En temps normal, le tampon reste éloigné de son siège, et la communication, de part et d'autre du tampon, est assurée par une galerie de dérivation doublement coudée en vilebrequin. En cas d'explosion, le retard qu'éprouve la chasse de gaz à parcourir le vilebrequin, et les pertes de charge dues au triple changement de direction rectangulaire imposé au courant gazeux, permettent au tampon d'arriver sur son siège avant qu'il se soit produit un écoulement sensible par la dérivation.

3° Les expériences de la commission ont montré que ce fonc-

Digitized by Google

ments du terrain au-dessus de la chambre d'explosion, ainsi que les points où sont tombés les bois et les planches projetés hors de la tranchée.

Cette expérience peut être considérée comme donnant le type des projections et chasses gazeuses à prévoir dans la direction de l'orifice d'une dynamitière superficielle, puisque la totalité des produits de l'explosion s'est écoulée par la galerie d'accès, le terrain n'ayant subi que des déformations sans projections à l'aplomb de la charge. L'ébranlement propagé à l'extérieur a été insignifiant et la maison indiquée en C sur le plan, de l'autre côté de la tranchée par rapport à la dynamitière et dans l'axe même de la galerie d'accès, n'a subi ni dégradation, ni rupture de vitrages, bien que sa distance à l'orifice de la galerie ne dépassât pas 50^m.

L'expérience n° 2 montre donc que les effets de chasse gazeuse et de projection par l'orifice d'une dynamitière peuvent être localisés et rendus peu redoutables pour le voisinage immédiat par l'emploi des dispositions simples mentionnées plus haut, savoir : débouché de la galerie d'accès en tranchée et fixation des matériaux projetés dans une chambre réceptrice.

Expérience n° 3.

L'expérience n° 3 concerne l'explosion d'une dynamitière enterrée de $2^m,00$, dont la charge avait été réduite à 50^{kg} par une mesure de précaution qui s'est trouvée excessive.

Cette dynamitière est formée d'une petite galerie, voûtée en briques, dans laquelle la charge se trouvait placée à la densité de 1/100. L'orifice de la dynamitière a été remblayé de façon à porter à leur maximum les effets de projection verticale des terres et des matériaux de la construction.

L'explosion a été produite au moyen d'un cordeau détonant. Le bruit de la détonation a été très sourd. La hauteur de la gerbe de terre soulevée, de forme très régulière, a été évaluée à 34^m, d'après les indications fournies par une photographie de M. Le Chatelier.

Les projections de terre ont couvert un cercle d'environ 45^m de rayon ; les débris de briques provenant de la construction ne sont pas sortis d'un cercle de 25^m.

Digitized by Google

L'entonnoir, de 4^m de profondeur, mesure 10^m de longueur et 8^m de largeur. Ce fourneau a donc fonctionné comme fortement surchargé; le fourneau normal correspondant à la charge de 50^{kg} de dynamite eût exigé, d'après les formules du génie, une épaisseur de terre de 4^m, double de celle qui a été réalisée.

La commission ne possède pas de données précises sur la loi suivant laquelle l'étendue des projections s'accroît avec la charge et l'indice de surcharge du fourneau; mais elle pense que des dynamitières constituant, comme dans l'expérience n° 3, des fourneaux d'indice voisin de 2, ne produiraient, en cas d'explosion, que des effets d'ébranlement par l'air et par le sol peu redoutables à des distances très faibles, les effets extérieurs se réduisant pratiquement à la projection de la gerbe.

Conclusions.

Les résultats des expériences n^{os} 2 et 3 ne sauraient conduire à des règles précises sur le mode d'établissement des dynamitières superficielles; mais ils tendent à montrer qu'il est possible de réaliser, d'une façon simple, des dépôts de dynamite présentant une sécurité pour le voisinage très supérieure à celle qui résulte des dispositions admises pour les dynamitières à l'air libre du type actuel, entourées de levées de terre s'élevant à la hauteur du faîtage.

La commission a cherché à compléter ces premières indications par quelques essais méthodiques destinés à établir le rôle qu'exercent, au point de vue des effets extérieurs, l'allongement de la charge et la densité de chargement admis dans l'établissement de la dynamitière souterraine.

Ces expériences sont en cours et la note ci-dessous fait connaître l'état actuel de la question.

Digitized by Google

NOTE

Sur l'influence de la densité de chargement et de l'allongement de la charge.

1° *Influence de la densité de chargement.*

Les expériences entreprises par la commission, sous les formes les plus diverses, l'ont conduite à cette conclusion que les effets extérieurs, produits par une charge explosive donnée, étaient indépendants de la densité de chargement réalisée dans la dynamitière, l'épaisseur de terre recouvrant la charge restant constante dans tous les cas.

Dans des expériences effectuées à Sevran, sur des charges allongées de mélinite identiques et placées dans des boîtes réalisant la densité de 1, 1/50, 1/100, les effets extérieurs de déblai, de gerbe et de projection ont été trouvés les mêmes sous trois profondeurs correspondant à des fourneaux très diversement chargés.

Dans des essais réduits, effectués au Laboratoire central des poudres, dans le sable, avec des charges condensées de dynamite à 75 pour 100 ou des files d'amorce au fulminate de mercure constituant des charges très allongées, l'influence de la densité de chargement, dans les limites de 1/100 à 1, a été trouvée, de même, rigoureusement nulle, soit sous le rapport de la dimension des entonnoirs, soit sous le rapport de la distance à laquelle étaient projetés les matériaux de la surface.

La commission est donc d'avis, en l'absence d'expériences portant sur des charges plus considérables, qu'il n'y a pas lieu de fixer, dans l'installation de dynamitières superficielles, un rapport entre la capacité de la dynamitière et la charge qu'elle contient supérieur à celui que nécessite la facilité des manipulations.

2° *Influence de l'allongement de la charge.*

Des expériences nombreuses ont été effectuées, dans le sable, sur des charges formées d'amorces à $1^{gr},5$ de fulminate réunies sous formes de charges compactes ou disposées en file et au contact, sous formes de charges allongées.

Digitized by Google

Influence de la longueur d'une charge constante par mètre courant.

Il résulte de ces essais que les effets extérieurs d'une charge allongée, de valeur constante par mètre courant, croissent avec la longueur de la charge, mais que les effets transversaux deviennent constants à partir du moment où la longueur de la charge atteint 3 à 4 fois la valeur de la ligne de moindre résistance. Au delà de cette valeur, la longueur de l'entonnoir, allongé en forme de sillon, produit par l'explosion, croît simplement proportionnellement à la longueur de la charge.

Les essais effectués à la poudrerie de Sevran, sur des charges allongées de mélinite renfermant 4^{kg} par mètre courant et placées à 2^{m} de profondeur, ont fourni, pour les charges de 8^{m} et de 4^{m} de longueur, des entonnoirs de dimensions transversales peu différentes.

C'est donc, provisoirement, à partir de la longueur de 4 fois la ligne de moindre résistance qu'il y a lieu d'admettre le maximum des effets transversaux.

Influence de l'allongement d'une charge constante.

Les essais effectués dans le sable avec des charges explosives constituées par des amorces au fulminate ont montré que, si une charge condensée fournit, à une profondeur donnée, l'entonnoir normal, la même charge à la même profondeur, allongée sur une longueur égale à 5 fois la ligne de moindre résistance, ne donne plus que des effets extérieurs très atténués et voisins de ceux du camouflet.

Ainsi, 26 amorces de $1^{gr},5$ réunies en une charge, à la profondeur de 24^{cm} dans le sable, donnent l'entonnoir normal de 48^{cm} à 50^{cm} de diamètre. La même charge formée d'amorces placées bout à bout, sur $1^{m},15$ de longueur et à la même profondeur de 24^{cm}, ne produit à la surface qu'une bande de terrain remuée ou labourée, présentant une fissure de 15^{cm} à 20^{cm} de largeur et de 90^{cm} de longueur.

La commission estime donc, sous la réserve de vérifications ultérieures résultant d'expériences en grand, que les effets extérieurs de projection de l'entonnoir normal peuvent être réduits à une valeur très faible, voisine de ceux du camouflet proprement dit, par un allongement de la charge égal à 5 fois la longueur de la ligne de moindre résistance correspondant à l'entonnoir normal.

Digitized by Google

Comparaison des effets produits par les divers explosifs.

Les seules données précises fournies par les expériences du génie, sur les effets de charges explosives dans les milieux résistants, sont relatives à la poudre noire. On sait, toutefois, que les effets dans les fourneaux des explosifs puissants et détonants peuvent être considérés comme analogues à ceux de la poudre noire, à la condition de les substituer aux charges de la poudre noire sous des poids plus faibles.

Le rapport de réduction admis varie de 1,5 à 2,5.

Quelques essais effectués dans le sable, comparativement sur la poudre de chasse et sur les explosifs détonants usuels, tels qu'acide picrique, coton-poudre comprimé, dynamite n° 1, ont donné, pour l'entonnoir normal (48^{cm} à 50^{cm} de diamètre) correspondant à la profondeur de 24^{cm}, les nombres suivants :

	Charge fournissant à 24^{cm} l'entonnoir normal.
Poudre de chasse	30^{gr}
Coton-poudre comprimé	12
Acide picrique	13
Dynamite à 75 pour 100	13
Fulminate de mercure en amorces de 1^{gr},5	40

Pour les explosifs usuels, le coefficient de réduction paraît donc compris entre 2 et 2,5.

Un exemple permettra d'exposer plus facilement le mode d'utilisation pratique des données qui précèdent.

Soit une dynamitière superficielle de 1000^{kg} à établir; cette charge, considérée comme équivalant à 2000^{kg} de poudre noire, devrait, d'après les formules du génie, être placée à 11^{m} de profondeur pour fournir l'entonnoir normal. Si la charge est allongée en galerie à raison de 50^{kg} par mètre courant, ce chiffre correspondant à la juxtaposition des caisses, la longueur de la galerie serait de 60^{m} environ, soit 5 fois la ligne de moindre résistance. Les effets extérieurs seraient donc réduits, si l'on en juge par les essais relatés plus haut, à une valeur très faible, voisine de celle du camouflet; d'autre part, l'allongement dépassant 4 fois la

Digitized by Google

ligne de moindre résistance, les effets transversaux n'augmenteraient plus par un allongement de la charge indéfiniment croissant.

Les mêmes dispositions seraient donc applicables à une dynamitière de 2000^{kg} ou 3000^{kg}, si les inconvénients pratiques d'une galerie de longueur double ou triple n'étaient pas jugés excessifs.

Dans un grand nombre de cas, la suppression presque absolue des effets extérieurs pourra être considérée comme une sujétion excessive, eu égard à la probabilité très faible d'accident et aux dangers peu importants résultant des projections dès que la couche soulevée atteint une épaisseur notable. Les bases du calcul précédent pourraient donc être modifiées en prenant pour point de départ, non pas la profondeur donnée par les formules du génie pour la production de l'entonnoir normal correspondant à la charge condensée, mais la profondeur moitié moindre, soit 5^{m},50, du fourneau surchargé répondant à un indice voisin de 2; ce sont les conditions de fonctionnement de l'expérience n° 3 rappelée plus haut; une atténuation importante pourrait résulter, d'ailleurs, de l'allongement de la charge en galerie.

La Commission estime qu'aucune règle générale ne saurait être formulée à ce sujet et que, dans chaque cas particulier, l'atténuation des effets extérieurs devra être fixée d'après l'examen des dispositions locales.

Paris, le 9 avril 1896.

Le rapporteur,
P. VIEILLE.

Adopté par la commission des substances explosives dans sa séance du 9 avril 1896.

Le secrétaire,
P. VIEILLE.

Le président,
BERTHELOT.

Digitized by Google

DOCUMENTS ANNEXES AU RAPPORT N° 101.

DOCUMENT N° 1.

PROCÈS-VERBAL

de la séance du 22 octobre 1895,

à la poudrerie de Sevran-Livry (1).

OBJET DE LA SÉANCE.

Vérifier le fonctionnement de cylindres obturateurs dans le canon de 27^{cm}, sous les pressions produites par la détonation des charges de dynamite à la densité de chargement de $\frac{1}{100}$.

RÉSULTATS OBTENUS.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE : $\Delta = \frac{1}{100}$.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1. Même disposition que dans les séances précédentes. A l'avant du canon est placée la tubulure en bronze à trou cylindrique de 182^{mm}, avec obturateur en cuivre, déjà employée dans la séance du 28 septembre. Le cylindre obturateur, placé à 30^{cm} de la plaque, est en carton gris et pèse 13^{kg}.

Les crushers placés à la culasse ont donné les mesures suivantes :

	HAUTEUR		PRESSION calculée.
	primitive.	restante.	
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},91$	$68^{kg},8$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},34$	$80^{kg},9$

Bruit semblable à celui d'un fort coup de fusil. Il s'est produit un léger nuage de fumée paraissant provenir de la bouche du canon, bien que l'ob-

(1) Membres présents : MM. Castan, Morin, Le Chatelier, Poutet, Raffaëlli, Désortiaux et Biju-Duval.

Digitized by Google

turation par le cylindre soit complète. Une fuite très légère existe le long du joint, mais on doit desserrer les boulons pour activer le départ des gaz

Fig. 1.

de l'intérieur du canon. La hauteur du cylindre est réduite à $0^m,20$, la partie centrale à l'avant ayant, comme toujours, été arrachée (*fig.* 1).

DEUXIÈME EXPÉRIENCE : $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même disposition. On emploie un cylindre en carton gris semblable à

Fig. 2.

celui de l'expérience précédente (*fig.* 2).

Les crushers placés à la culasse ont donné :

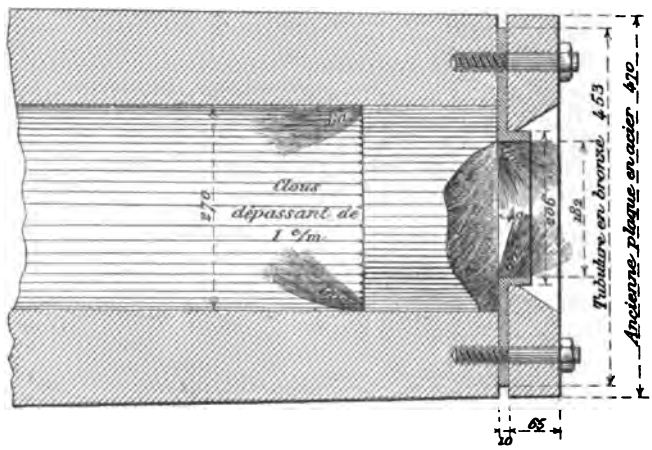
	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},92$	$68^{kg},5$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},66$	$74^{kg},2$

Bruit très violent, suivi d'un sifflement intense provenant de fuites qui vident le canon en deux ou trois secondes. On trouve la partie centrale arrachée comme toujours, mais sur une profondeur sensiblement plus

Digitized by Google

grande; de plus, on constate qu'il s'est produit, par la tubulure même, des fuites en quatre endroits différents entre le fond du cylindre et la

Fig. 3.



plaque en bronze; en ces quatre endroits, le carton est arraché et les dimensions des trous produits expliquent la rapidité avec laquelle s'est vidé le canon (*fig.* 3).

Après enlèvement de la plaque, on constate que la hauteur du cylindre est réduite à $18^{cm},5$.

TROISIÈME EXPÉRIENCE : $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même disposition. On emploie un cylindre composé de rondelles en carton-cuir, alternées avec des rondelles en carton bitumé. Son poids est de $16^{kg},500$.

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Cylindre supérieur.... ...	$4^{mm},90$	$2^{mm},59$	$75^{kg},7$
Cylindre inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},88$	$69^{kg},4$

Bruit violent, suivi d'un sifflement intense comme au coup précédent. Trois des boulons de la plaque ont été brisés, les autres plus ou moins

Digitized by Google

faussés. La plaque s'est écartée de quelques millimètres et a permis ainsi aux gaz de s'échapper. On constate cependant que l'obturation par le cylindre même aurait très vraisemblablement été complète, s'il ne s'était pas produit de rupture (*fig.* 4).

Fig. 4.

La hauteur du cylindre a été réduite à 24^{cm}.

J. Biju-Duval.

Document n° 2.

PROCÈS-VERBAL

de la séance du 11 *novembre* 1895,

à la poudrerie de Sevran-Livry (1).

Objet de la séance.

Vérifier le fonctionnement de cylindres obturateurs dans le canon de 27^{cm} sous les pressions produites par la détonation de charges de dynamite à la densité de chargement de $\frac{1}{100}$.

Résultats obtenus.

Première expérience : $\Delta = \frac{1}{100}$.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1. Même disposition que dans les expériences précédentes. A l'avant du canon est disposée l'ancienne plaque à ouverture tronconique, dans laquelle on a encastré une bague en

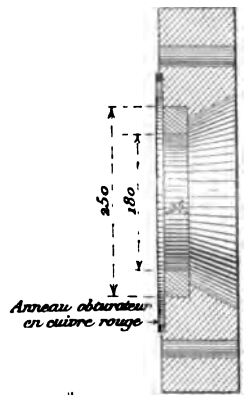
---

(1) Membres présents : MM. Castan, Leherle, Le Chatelier, Vieille, Raffaëlli et Biju-Duval.

Digitized by Google

acier de 180$^{m.m}$ de diamètre intérieur (ouverture réduite aux 2/3). Le joint

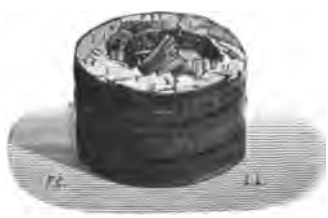
Fig. 5.



est obtenu à l'aide d'un anneau obturateur en cuivre rouge encastré dans la plaque (*fig.* 5).

Le cylindre employé, de 0^{m},30 de hauteur, se compose de 10 rondelles en bois clouées les unes aux autres, 3 en peuplier et 7 en chêne; son poids

Fig. 6.



est de 11^{kg}. On le place à 0^{m},30 de la bouche, la partie en peuplier du côté de la plaque avant (*fig.* 6).

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	4^{mm},90	3^{mm},05	65^{kg},7
Crusher inférieur.....	4^{mm},90	2^{mm},88	69^{kg},4

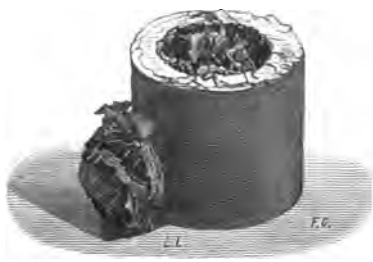
Digitized by Google

Bruit semblable à celui que produit la détonation d'une amorce au fulminate de mercure. Très légère fuite en un point du joint de la plaque avant, mais on doit desserrer les boulons pour activer le départ des gaz. L'obturation a été complète, la partie centrale du cylindre à l'avant a été arrachée sur toute l'épaisseur des disques de peuplier; les deux premiers en chêne sont aussi arrachés en partie. La hauteur totale du cylindre a été réduite à $0^m,19$, dont $0^m,155$ pour les disques en chêne; ce cylindre tenait si fortement dans le canon, qu'on n'a pu l'enlever qu'à l'aide d'un long rail en fer servant de refouloir.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE : $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même disposition. On emploie un cylindre formé de rondelles, super-

Fig. 7.



posées et clouées, de papier-goudron, pesant $18^{kg},400$ (*fig.* 7).

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$3^{mm},09$	$64^{kg},8$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},70$	$73^{kg},3$

Bruit sensiblement plus fort qu'au premier essai, suivi d'un sifflement intense : fuites par le joint de la plaque, lesquelles vident rapidement le canon; une fuite, mais peu intense si l'on en juge par la détonation, produite sur les feuilles du cylindre, s'est également amorcée par la tubulure même entre le fond du cylindre et la plaque. La partie centrale du cylindre a été arrachée comme toujours; on retrouve les premières feuilles découpées comme à l'emporte-pièce; la première est noircie sur une de ses faces;

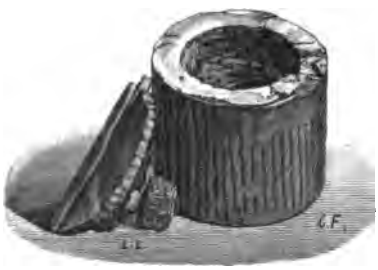
Digitized by Google

cette action a dû se produire avant que la partie arrachée ait eu le temps de sortir de la pièce. La hauteur du cylindre est réduite à $0^{m},25$.

TROISIÈME EXPÉRIENCE : $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même disposition. On emploie un cylindre composé de feuilles superposées et clouées de carton-cuir, pesant $15^{kg},300$; à l'une des extrémités est fixé, par une simple pointe placée au centre, un disque en peuplier d'un diamètre légèrement supérieur et sur le pourtour duquel existent de

Fig. 8.



légères saillies présentant la même disposition que les rayures du canon. Le cylindre est disposé comme d'habitude, mais avec ce disque placé du côté de la culasse; on est obligé de frapper sur le cylindre pour le pousser à sa place (*fig.* 8).

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$3^{mm},10$	$64^{kg},6$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},71$	$73^{kg},1$

Bruit sourd, avec sifflement prolongé. On aperçoit un jet de flammes, d'environ 1^{m} à 2^{m}, sortir violemment de la bouche du canon. Quand on arrive près de la pièce, on constate qu'il y a eu fuite prononcée par le joint et l'on trouve le cylindre, arrêté par la plaque, continuant à brûler; cette combustion diminue progressivement et cesse au bout de deux minutes. Après enlèvement de la plaque avant, on constate que le passage des gaz par la tubulure s'est produit, sur une largeur de 4^{cm} en moyenne, le long de la surface d'application de la couronne restante du cylindre sur

Digitized by Google

la plaque; il y a eu obturation sur tout le reste de la surface. La hauteur du cylindre est réduite à $0^{m},23$.

J. BIJU-DUVAL.

DOCUMENT N° 3.

PROCÈS-VERBAL

de la séance du 23 novembre 1895,

à la poudrerie de Sevran-Livry (1).

OBJET DE LA SÉANCE.

Vérifier le fonctionnement de cylindres obturateurs dans le canon de 27^{cm} sous les pressions produites par la détonation de charges de dynamite à la densité de chargement de $\frac{1}{100}$.

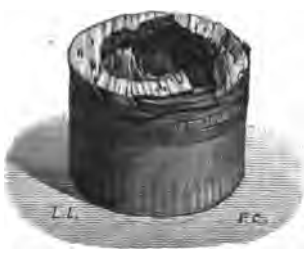
RÉSULTATS OBTENUS.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE : $\Delta = \frac{1}{100}$.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1. Même disposition pour la charge, le cylindre obturateur et la plaque d'avant, que dans la séance du 11 novembre.

Le cylindre employé, de $0^{m},30$ de hauteur, se compose : 1° de quatre rondelles en bois de peuplier, sur une hauteur de $0^{m},10$; 2° de rondelles

Fig. 9.



en carton-cuir, sur le reste de la hauteur; il pèse $12^{kg},300$. On le place à $0^{m},30$ de la bouche, la partie en bois du côté de la plaque formant siège (*fig.* 9).

Les crushers placés à la culasse ont donné :

---

(1) Membres présents : MM. Castan, Leherle, Le Chatelier, Vieille, Biju-Duval. Assistait également à la séance : M. Gruner, ingénieur civil des mines.

Digitized by Google

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},90$	$68^{kg},8$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},66$	$74^{kg},2$

Bruit assez faible, suivi d'un sifflement intense; fuites par le joint de la plaque et par la tubulure, vidant rapidement le canon. La fuite par la tubulure s'est amorcée, comme toujours, entre le fond du cylindre et la plaque.

La hauteur totale du cylindre a été réduite à $0^{m},21$, dont $0^{m},18$ pour la partie en carton.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE : $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même disposition. On emploie un cylindre de $0^{m},30$ de hauteur, formé : 1° de six rondelles en bois de peuplier occupant la moitié de la hauteur;

Fig. 10.

2° de rondelles en carton-cuir sur l'autre moitié. Il pèse $11^{kg},200$. On dispose, comme dans l'expérience précédente, la partie en bois du côté de la plaque formant siège (*fig.* 10).

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	Aplatissement longitudinal	»
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},76$	$72^{kg},0$

Digitized by Google

Bruit sourd, suivi d'un sifflement violent; on voit une flamme sortir par la partie inférieure du joint de la plaque. Deux boulons ont été cassés, la plaque s'est écartée de son siége et les gaz se sont ainsi échappés librement. Mais aucune fuite n'est constatée par la tubulure même, le tampon restant fortement appliqué contre la plaque. La hauteur totale du cylindre a été réduite à $0^m,18$, dont $0^m,13$ pour la partie en carton cuir.

TROISIÈME EXPÉRIENCE : $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même disposition. On emploie un cylindre ne $0^m,30$ de hauteur, composé

Fig. 11.

de rondelles alternées de carton-cuir et de carton bitumé (*fig.* 11).

Les crushers placés à la culasse ont donné :

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$3^{mm},10$	$64^{kg},6$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$2^{mm},83$	$70^{kg},5$

Bruit sourd, avec sifflement. Le canon se vide par une fuite le long du joint. Un boulon a été brisé. On ne constate pas de fuite autour de la tubulure. Le cylindre est réduit à une hauteur de $0^m,24$.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE : $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même disposition pour la charge. La plaque est mise en place, mais on ne dispose aucun cylindre à l'intérieur.

Les crushers de la culasse ont donné :

Digitized by Google

	HAUTEUR		PRESSION
	primitive.	restante.	calculée.
Crusher supérieur.....	$4^{mm},90$	$3^{mm},15$	$63^{kg},4$
Crusher inférieur.....	$4^{mm},90$	$3^{mm},14$	$63^{kg},7$

Détonation violente. Différence très marquée, au point de vue des effets possibles dans une galerie, avec les résultats obtenus même avec l'obturation la plus défectueuse.

J. BIJU-DUVAL.

DOCUMENT N° 4.

PROCÈS-VERBAL

des séances des 11 *et* 16 *décembre* 1895,

à la poudrerie de Sevran-Livry (1).

BUT DES ESSAIS.

Étude des effets produits par la détonation de poids variables d'explosifs placés sous une même charge de terre à diverses densités de chargement.

Séance du 11 *décembre* 1895 (1).

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Explosion de 4^{kg} de dynamite n° 1, à la densité de chargement de 1/50 et sous une charge de $1^{m},90$ de terre.

La charge de dynamite, de $1^{m},00$ de longueur, est enfermée dans une caisse en bois que l'on place au fond d'une tranchée de $2^{m},40$ de profondeur, $1^{m},05$ de longueur et $0^{m},40$ de largeur; cette tranchée communique avec une galerie de $3^{m},00$ de longueur venant déboucher dans une fosse destinée à rester ouverte. Des boisages verticaux soutiennent un plancher en bois formant le plafond de la chambre à dynamite et de la galerie. Par-dessus ce plancher, la terre a été fortement damée sur une hauteur de $1^{m},90$, par couches de $0^{m},20$ environ. Un double amorçage, par amorce au

---

(1) Membres présents : MM. Morin, Le Chatelier, Vieille et Biju-Duval.

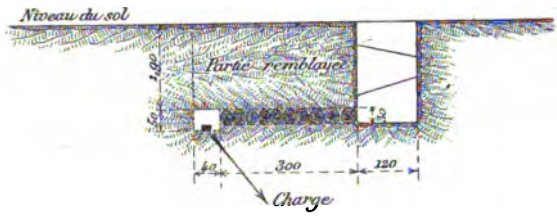
Digitized by Google

fulminate et cordeau détonant, est relié aux deux extrémités de la caisse. Avant de faire l'essai, on bouche avec des sacs pleins de terre la galerie de communication jusqu'à l'entrée de la chambre à dynamite (*fig.* 12).

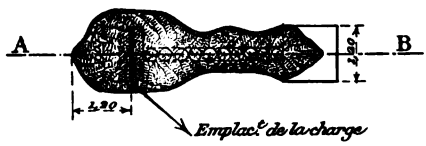
Fig. 12.

Première expérience. — $\Delta \equiv \frac{1}{50}$. — Charge de 4^{kg} de dynamite n° 1.

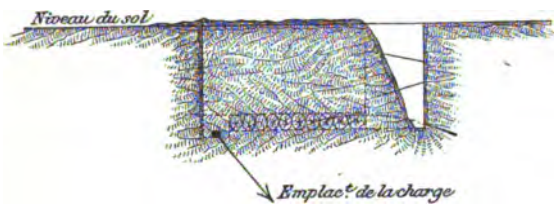
Coupe suivant AB (avant l'explosion).



PLAN. — Surface du sol soulevée ou recouverte par les projections.



Coupe suivant AB (après l'explosion).



Échelle $\frac{1}{250}$.

On met le feu à l'aide d'une mèche Bickford : on entend, en même temps que le bruit sec produit par l'explosion du cordeau détonant, un autre bruit sourd et peu intense, et l'on voit au-dessus de la chambre à dynamite une petite gerbe de terre soulevée presque verticalement à une hauteur de $2^{m},00$ environ. Cette terre retombe presque sur place. On retrouve intact l'un des cordeaux détonants : il a dû être coupé par les projections avant que la transmission de la détonation lui soit parvenue.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

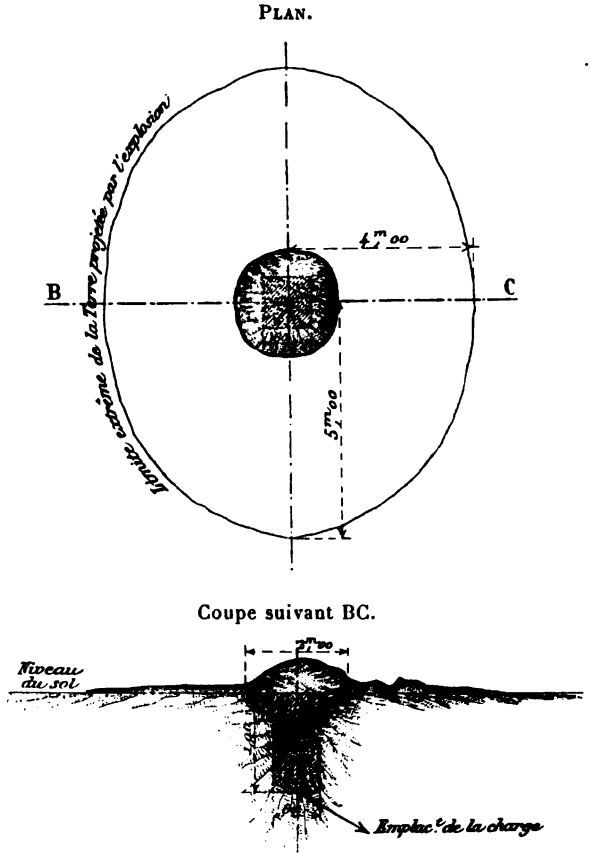
Explosion de 4^{kg} de dynamite n° 1 à chambre pleine et sous la même charge de $1^{m},90$ de terre. La charge par cartouches de 100^{gr} est en-

Digitized by Google

fermée dans une caisse cubique en bois sans couvercle, de $0^m,18$ de côté, que l'on place au fond d'un puits de $2^m,10$ de hauteur ($0^m,80$ de côté). Deux cartouches sont amorcées à l'aide d'un détonateur et d'un

Fig. 13.

Deuxième expérience. — A chambre pleine. Charge de 4^{kg} de dynamite n° 1.



Échelle de $\frac{1}{100}$.

bout de mèche Bickford. La terre remblayée est fortement pilonnée (*fig.* 13).

L'explosion de la charge produit un bruit très sourd, accompagné d'une trépidation du sol sensible à la distance de $50^m,00$. Les projections de terre s'élèvent à une hauteur d'au moins $5^m,00$ et retombent dans un rayon maximum de $5^m,00$. L'entonnoir formé a $2^m,00$ de diamètre.

Digitized by Google

Séance du 16 décembre 1895 (1).

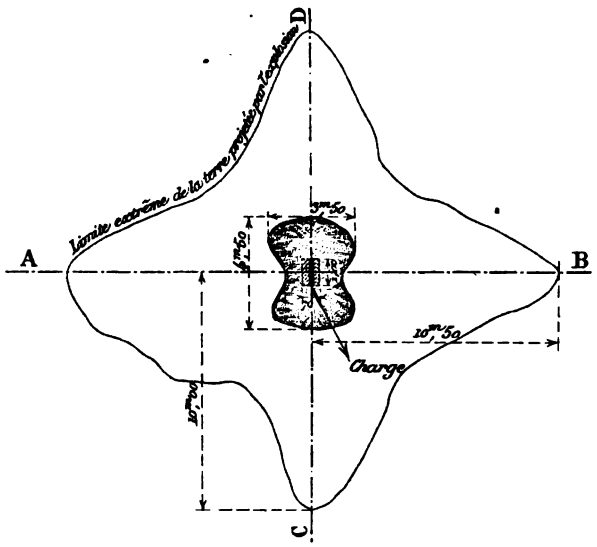
PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Explosion de 12^{kg} de mélinite D à la densité de chargement de 1/50 et sous une charge de $1^{m},90$ de terre (*fig.* 14).

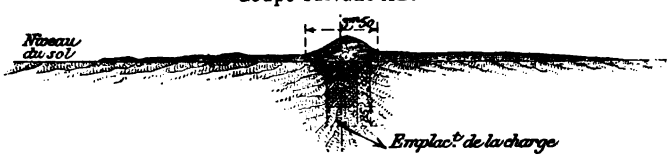
Fig. 14.

Première expérience. — $\Delta = \frac{1}{50}$. — Charge de 12^{kg} de mélinite.

PLAN.



Coupe suivant AB.



Coupe suivant CD.

Échelle de $\frac{1}{500}$.

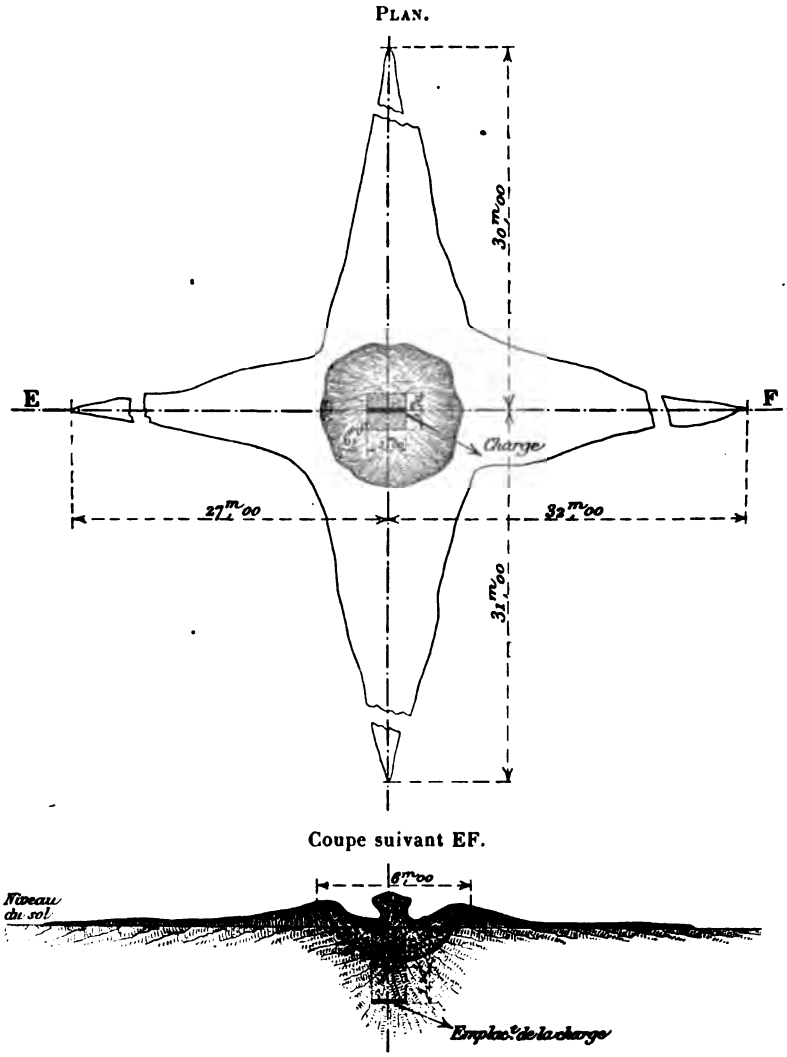
(1) Membres présents : MM. Castan, Leherle, Morin, Le Chatelier, Vieille, Poutet, Chesneau et Biju-Duval.

Digitized by Google

La charge de mélinite, de 1m,00 de longueur, est enfermée dans une caisse en bois que l'on place au fond d'une tranchée de 2m,75 de profon-

Fig. 15.

Deuxième expérience. — $\Delta = \frac{1}{10}$. — Charge de 25kg de mélinite.



Échelle de $\frac{1}{110}$.

deur, 1m,05 de longueur, 0m,70 de largeur : un plancher en bois supporte

Digitized by Google

la terre, que l'on dame fortement. A chaque extrémité de la caisse est disposée une amorce de 1gr,5 de fulminate de mercure avec cordeau détonant. Le feu est mis électriquement à l'aide d'une machine Manet (*fig.* 14).

L'explosion de la charge produit une gerbe de terre de 10m,00 environ de hauteur : les projections retombent dans un rayon maximum de 10m,50. On trouve d'assez gros blocs de terre arrachés du sol, mais l'entonnoir formé a une forme peu nette et irrégulière; son diamètre moyen est d'environ 3m,00.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Explosion de 25kg de mélinite D à la densité de chargement de 1/50 et sous une charge de terre de 1m,90.

La charge de mélinite, de 1m,00 de longueur, est disposée, comme précédemment, au fond d'une tranchée de 2m,15 de profondeur, 1m,05 de longueur et 1m,00 de largeur (*fig.* 15).

L'explosion de la charge produit une gerbe de terre de 20m,00 environ de hauteur, avec projections dans un rayon maximum de 32m,00. De très gros blocs de terre ont été arrachés : un entonnoir de 6m,00 de diamètre et de forme régulière existe à l'emplacement de l'expérience. On remarque que les projections se sont faites principalement dans les directions perpendiculaires aux faces de la tranchée et que les parties situées dans les angles constituent, au contraire, des zones bien nettes de protection.

J. BIJU-DUVAL.

DOCUMENT N° 3.

PROCÈS-VERBAL

des séances des 6, 13 *et* 20 *janvier* 1896,

à la poudrerie de Sevran-Livry.

BUT DES ESSAIS.

Étude des effets extérieurs produits par la détonation de poids variables d'explosif placés sous diverses charges de terre et à diverses densités de chargement.

Séance du 6 *janvier* 1896 (1).

Une première suite d'expériences consistait à comparer les résultats

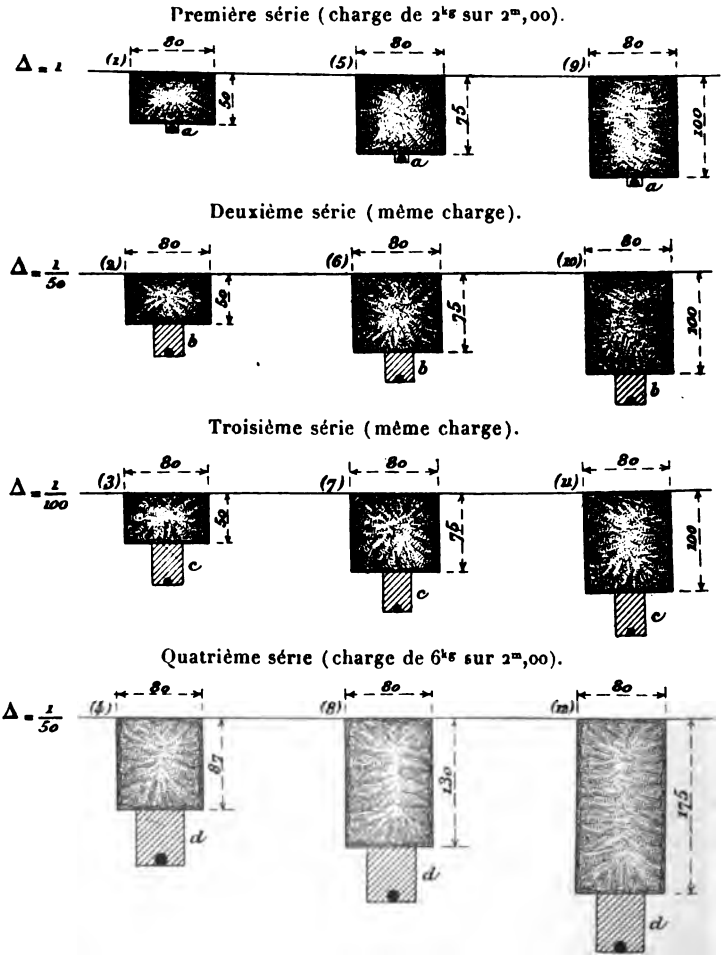
(1) Membres présents : MM. Castan, Morin, Bertrand, Le Chatelier, Vieille, Désortiaux, Chesneau et Biju-Duval.

Digitized by Google

obtenus par la détonation d'une même charge allongée, placée aux densités de chargement de 1 (1re série), 1/50 (2e série) et 1/100 (3e série), sous des charges de terre de 0m,50, 0m,75 et 1m,00. La charge adoptée était de 2kg de mélinite répartis sur 2m,00 de longueur.

Dans une quatrième série d'expériences, faites uniquement à la densité de 1/50 et à une charge triple (6kg sur 2m), on avait adopté des hauteurs de terre égales aux précédentes multipliées par $\sqrt{3}$, soit 0m,87, 1m,30 et 1m,73.

Pour les douze essais compris dans les deux séries définies comme il



vient d'être dit, les tranchées ont été faites sur 0m,80 de largeur et les

Digitized by Google

profondeurs indiquées plus haut. Au fond et dans l'axe de chaque tranchée, on préparait ensuite le logement nécessaire pour recevoir la caisse en bois dans laquelle était placée la charge de mélinite, enfermée elle-même dans un cylindre en papier fort : ce cylindre était fixé au fond de la caisse, dont les dimensions intérieures réalisaient la densité de chargement demandée. A chaque extrémité des caisses était disposé un amorçage avec détonateur de 1^{gr},5 et cordeau détonant; la terre remblayée était fortement pilonnée.

Les figures ci-dessus résument ces diverses conditions.

Dimensions intérieures des caisses.

	Longueur.	Largeur.	Hauteur.
	m	mm	mm
Caisse *a*.....	2,00	30	33
Caisse *b*.....	2,00	200	250
Caisse *c*.....	2,00	290	345
Caisse *d*.....	2,00	350	430

Les formes des entonnoirs obtenus, ainsi que les projections de terre, sont représentées par les *fig.* 16 à 19. En comparant ensemble les distances de ces projections, ainsi que les hauteurs maxima auxquelles elles ont été lancées, on obtient le tableau suivant :

CHARGE.	ÉPAISSEUR de terre au-dessus de la caisse contenant la charge.	$\Delta = 1$.		$\Delta = \frac{1}{50}$.		$\Delta = \frac{1}{100}$.	
		DISTANCE maximum des projections.	HAUTEUR maximum des projections.	DISTANCE maximum des projections.	HAUTEUR maximum des projections.	DISTANCE maximum des projections.	HAUTEUR maximum des projections.
	m	m	m	m	m	m	m
1^{kg} sur 2^{m},00.....	0,50	25,00	15 à 20^{m}	32,00	15 à 20^{m}	27,00	15 à 20^{m}
Id.	0,75	22,00 (project. isolées.)	8,00	20,00	8,00	18,00	8,00
Id.	1,00	9,00	4,50	10,00	5,00	13,00	4,25
1^{kg} sur 2^{m},00.....	0,87	»	»	36,00	25,00	»	»
Id.	1,30	»	»	18,50	11,00	»	»
Id.	1,75	»	»	12,00	7,00	»	»

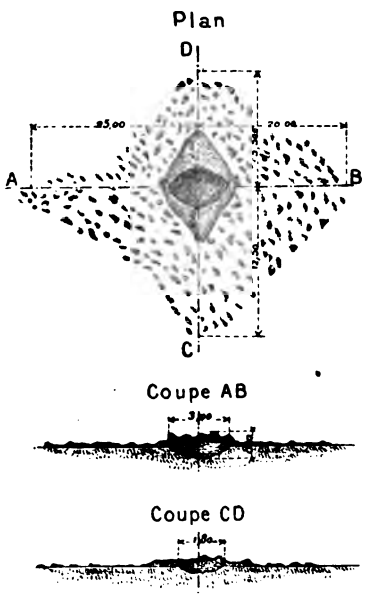
L'examen des nombres contenus dans le tableau qui précède montre, eu égard aux incertitudes laissées par les différences dans la nature des terrains, l'influence considérable de la charge de terre sur les projec-

Digitized by Google

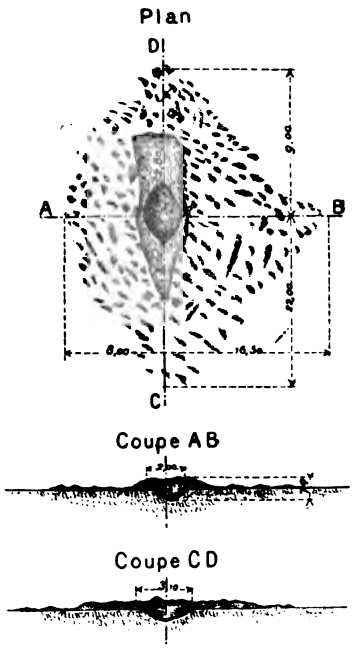
tions; il montre, d'autre part, le peu d'avantages que l'on a à augmenter la densité de chargement lorsqu'il s'agit de mêmes charges totales occupant la même longueur. Enfin, si l'on augmente la charge d'explosif par mètre courant, les distances des projections restent sensiblement du

Fig. 16.

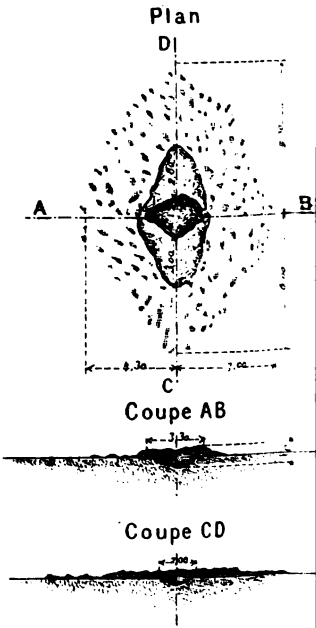
Première série. — N° 1. — $\Delta = 1$.
Charge de 2^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre $= 0^{m},50$.



Première série. — N° 5. — $\Delta = 1$.
Charge de 2^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre $= 0^{m},75$.



Première série. — N° 9. — $\Delta = 1$.
Charge de 2^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre $= 1^{m},00$.



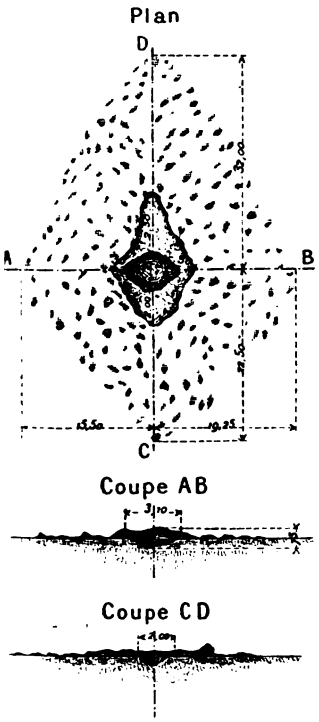
Échelle de $\frac{1}{100}$.

Digitized by Google

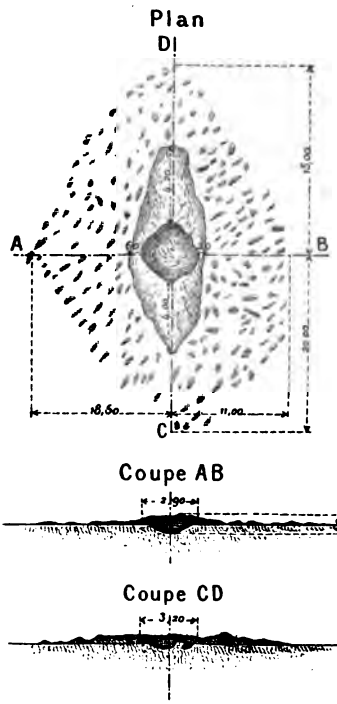
même ordre en adoptant des épaisseurs de terre proportionnelles à la racine carrée de ces charges (au moins dans les conditions des expériences faites le 6 janvier, sur des charges de 1^{kg} et de 3^{kg} de mélinite par mètre courant.

Fig. 17.

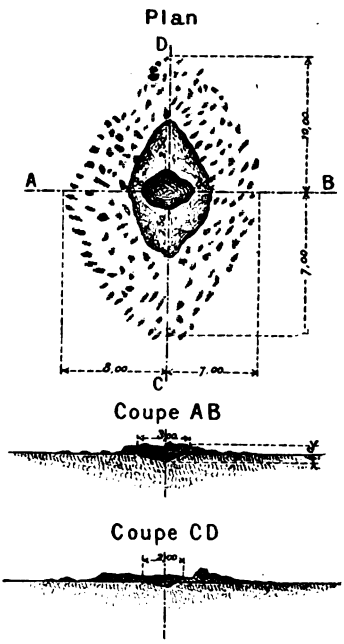
Deuxième série. — N° 2. — $\Delta = \frac{1}{50}$.
Charge de 2^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre = $0^{m},50$.



Deuxième série. — N° 6. — $\Delta = \frac{1}{50}$.
Charge de 2^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre = $0^{m},75$.



Deuxième série. — N° 10. — $\Delta = \frac{1}{50}$.
Charge de 2^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre = $1^{m},00$.



Échelle de $\frac{1}{200}$.

Les charges allongées étaient placées dans la direction AB.

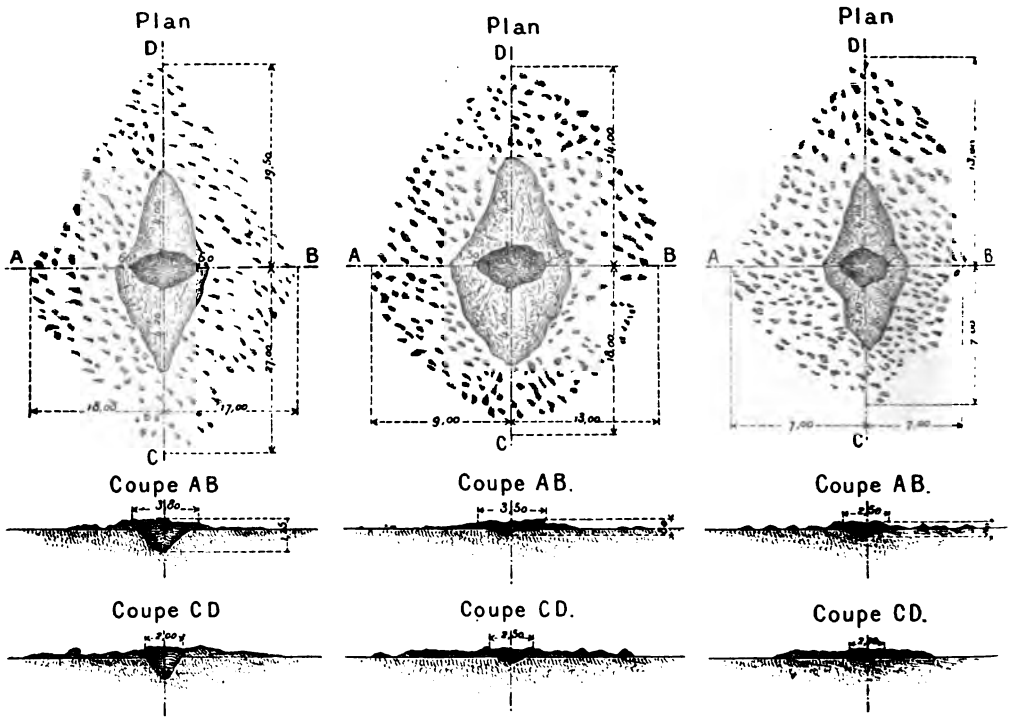
Digitized by Google

Fig. 18.

Troisième série. — N° 3. — $\Delta = \frac{1}{100}$.
Charge de 2^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre — 0^{m},50.

Troisième série. — N° 7. — $\Delta = \frac{1}{100}$.
Charge de 2^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre = 0^{m},75.

Troisième série. — N° 11. — $\Delta = \frac{1}{100}$.
Charge de 2^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre = 1^{m},00.

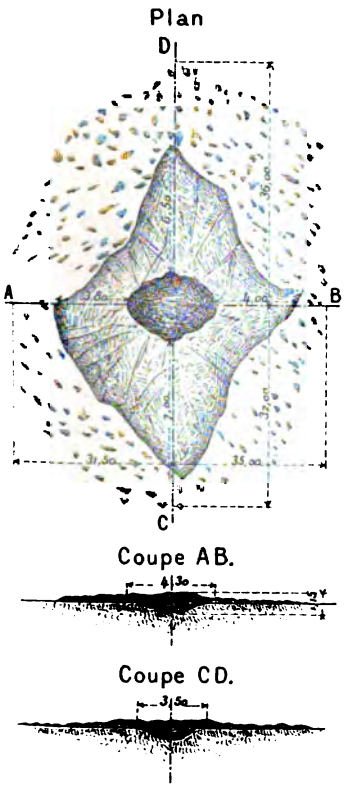


Échelle de $\frac{1}{200}$.

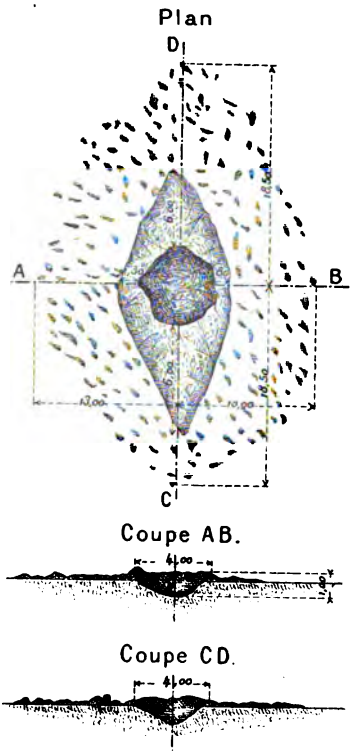
Digitized by Google

Fig. 19.

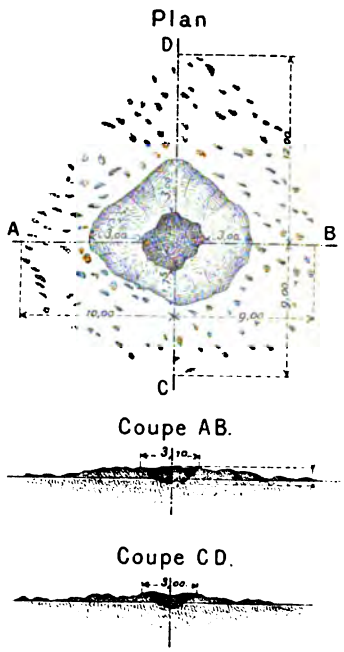
Quatrieme série. — N° 4. — $\Delta = \frac{1}{50}$.
Charge de 6^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre = 0^{m},87.



Quatrième série. — N° 8. — $\Delta = \frac{1}{50}$.
Charge de 6^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre = 1^{m},30.



Quatrième série. — N° 12. — $\Delta = \frac{1}{50}$.
Charge de 6^{kg} de mélinite sur 2^{m}.
Épaisseur de terre = 1^{m},75.



Les charges allongées étaient placées dans la direction AB.

Échelle de $\frac{1}{250}$.

Digitized by Google

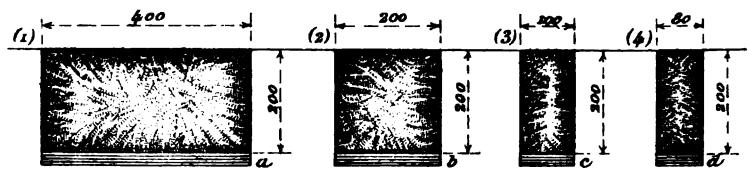
Séance du 13 janvier 1896 (1).

Les résultats trouvés dans la séance du 6 janvier avaient montré que les projections obtenues par la détonation d'une charge donnée d'explosif étaient du même ordre, quelle que fût la densité de chargement de cet explosif, si l'épaisseur de terre restait la même et si la charge d'explosif occupait la même longueur. Les essais exécutés dans la séance du 13 janvier ont eu pour but de vérifier les différences que l'on pouvait obtenir avec une même charge à la densité de chargement de 1, suivant que cette charge était concentrée ou répartie suivant des longueurs variables. Dans cette première série d'essais, on avait adopté une épaisseur de terre de $2^m,00$ et une charge de mélinite de 4^{kg} concentrée ou occupant des longueurs de 1^m, 2^m et 4^m.

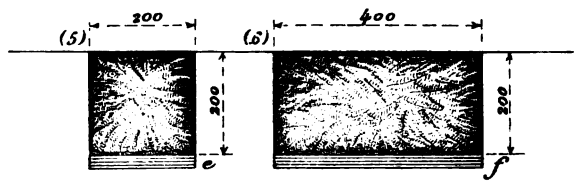
Les résultats obtenus avec des charges allongées de longueur variable, mais de même poids par mètre courant, croissent avec la longueur de la charge jusqu'à une certaine limite : dans le but de déterminer cette

Fig. 20.

Première série (charge totale de 4^{kg}).



Deuxième série (charge de 4^{kg} par mètre courant).



limite, on avait préparé deux autres essais dans lesquels les charges de 8^{kg} et de 16^{kg} de mélinite occupaient des longueurs de 2^m et 4^m (soit 4^{kg} par mètre courant, comme dans la troisième expérience de la première série). Même mode d'amorçage. Les fouilles ont été faites sur $0^m,80$ de largeur (*fig.* 20).

---

(1) Membres présents : MM. Castan, Morin, Le Chatelier, Vieille, Chesneau et Biju-Duval.

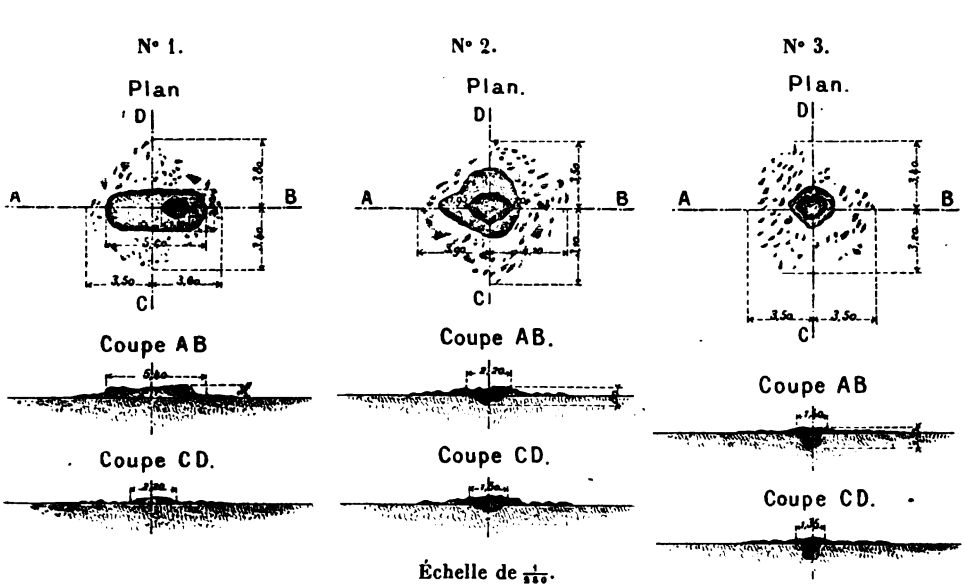
Digitized by Google

Dimensions intérieures des caisses.

	Longueur.	Largeur.	Hauteur.
	m	m	m
Caisse *a*.....	4,00	0,03	0,035
Caisse *b*.....	2,00	0,04	0,05
Caisse *c*.....	1,00	0,16	0,07
Caisse *d*.....	0,16	0,16	0,16
Caisse *e*.....	2,00	0,06	0,07
Caisse *f*.....	4,00	0,06	0,07

Les formes des entonnoirs obtenus, ainsi que les projections de terre,

Fig. 21.



Échelle de $\frac{1}{100}$.

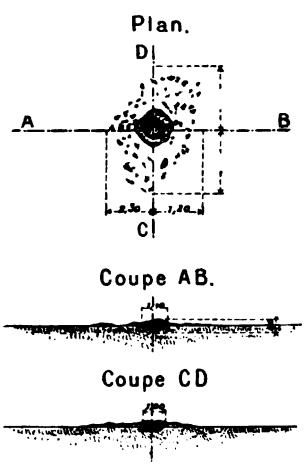
sont représentées par les *fig.* 21 et 22; en comparant ensemble les différents résultats constatés, on peut dresser le tableau ci-après :

Digitized by Google

CHARGE.	DISTANCE maximum des projections.	HAUTEUR maximum des projections.	OBSERVATIONS.
	m	m	
4^{kg} sur $4^{m},00$ (*fig.* 1).....	3,80	1,20	
4^{kg} sur $2^{m},00$ (*fig.* 2).....	3,90	3,00	
4^{kg} sur $1^{m},00$ (*fig.* 3).....	3,50	4,00	Il y a eu débourrage au trou remblayé.
4^{kg} concentrés (*fig.* 4).....	3,20	1,60	Terrain compact dont la nature a dû diminuer sensiblement les effets de la projection.
8^{kg} sur $2^{m},00$ (*fig.* 5).....	7,00	6,50	
16^{kg} sur $4^{m},00$ (*fig.* 6).....	10,50	10,00	

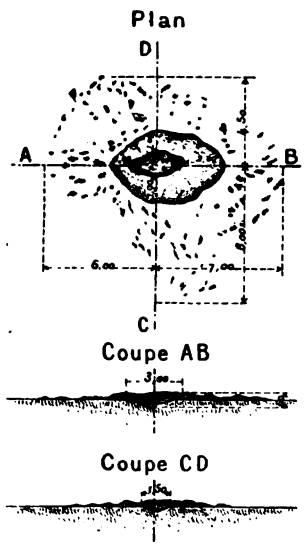
Fig. 22.

Charge de 4^{kg} de mélinite concentrée.
Épaisseur de terre = $2^{m},00$.
N° 4.



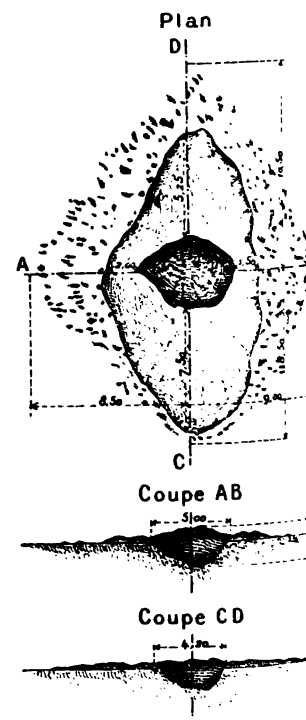
Terrain sableux, compact et différent de celui des autres essais. Il s'est soulevé très sensiblement dans un cercle de 4^{m} de diamètre environ autour du centre d'explosion.

Charge de 8^{kg} de mélinite sur 2^{m} de long.
Épaisseur de terre = $2^{m},00$.
N° 5.



Échelle de $\frac{1}{100}$.

Charge de 16^{kg} de mélinite sur 4^{m} de long.
Épaisseur de terre = $2^{m},00$.
N° 6.



Les charges allongées étaient placées dans la direction AB.

Digitized by Google

En comparant les essais n^os 3, 5 et 6, où la charge par mètre courant était la même, on constate que l'on n'est pas encore arrivé à l'allongement limite par lequel les effets par unité de longueur restent constants.

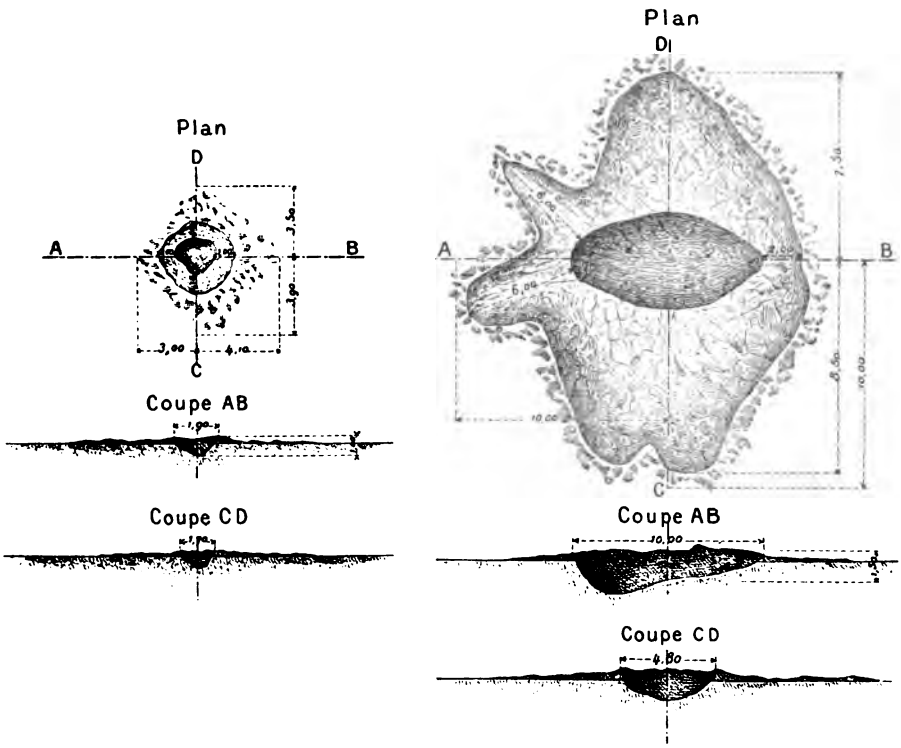
Séance du 20 janvier 1896 (1).

Les essais 5 et 6 de la séance du 13 janvier (charge de 4^{kg} par mètre

Fig. 23.

Première expérience.
Charge de 4^{kg} de mélinite concentrée.

Deuxième expérience
Charge de 32^{kg} de mélinite répartie sur 8^{m} de long.



Échelle $\frac{1}{200}$. AB, direction de la charge allongée.

courant sur 2^{m} et 4^{m}) ayant donné des différences nettes, on a préparé un nouvel essai à la même charge et même épaisseur de terre, mais sur $8^{m},00$ de longueur (charge totale de 32^{kg}). On profite également de la séance

(1) Membres présents : MM. Morin, Le Chatelier, Vieille, Chesneau et Biju-Duval.

Digitized by Google

pour refaire l'essai n° 4 de la séance précédente (explosion de 4^{kg} de mélinite concentrés).

Les formes des entonnoirs obtenus, ainsi que les projections de terre, sont données par la *fig.* 23. Les hauteurs des projections sont indiquées ci-dessous :

CHARGE.	DISTANCE maximum des projections.	HAUTEUR maximum des projections.	OBSERVATIONS.
4^{kg} concentrés.....	$4^{m},20$	$4^{m},00$	L'épaisseur de la terre au-dessus de la charge est de $2^{m},00$.
32^{kg} sur $8^{m},00$.....	$10^{m},10$	$13^{m},00$	

Si l'on compare les résultats obtenus dans les deux séances, on voit que les effets de l'essai de 32^{kg}, tout en étant encore plus intenses que ceux de l'essai de 16^{kg}, peuvent être considérés comme étant à peu près du même ordre. Il semble donc que l'on soit arrivé, avec la charge de $8^{m},00$ de longueur, tout près de la limite à partir de laquelle les effets par unité de longueur sont sensiblement constants.

J. BIJU-DUVAL.

DOCUMENT N° 6.

PROCÈS-VERBAL

de la séance du 11 mars 1896,

à la poudrerie de Sevran-Livry (1).

OBJET DE LA SÉANCE.

Vérifier le fonctionnement de tampons obturateurs dans le canon de 27^{cm}, sous les pressions produites par la détonation de charges de dynamite à la densité de chargement de 1/100.

RÉSULTATS OBTENUS.

Les tampons obturateurs employés dans les séances précédentes étaient des cylindres de $0^{m},30$ de longueur et d'un diamètre égal au diamètre

(1) Membres présents : MM. Leherle, Bertrand, Vieille, Chesneau, Raffaëlli et Biju-Duval.

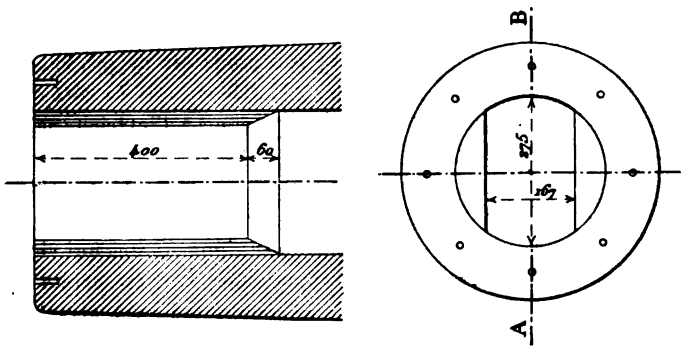
Digitized by Google

intérieur de la pièce. On s'est demandé s'il n'y aurait pas avantage, au point de vue de la forme à donner à la galerie de passage aboutissant à la dynamitière, à employer des tampons à section rectangulaire, de hauteur plus grande que la largeur. Afin de pouvoir faire des essais analogues à ceux qui avaient conduit à la construction du cylindre expérimenté à

Fig. 24.

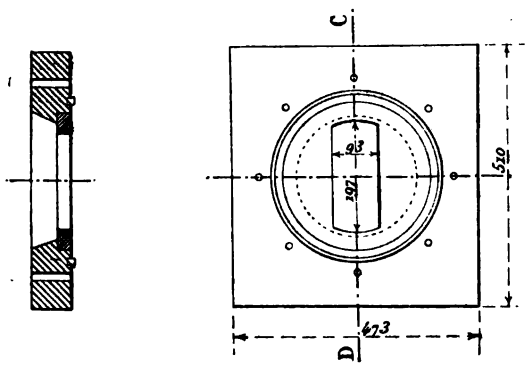
BOUCHE DU CANON.

Coupe AB. Vue.



PLAQUE.

Coupe CD. Vue.



Blanzy, on a muni l'intérieur de la pièce de 27^{cm} de deux joues venant s'appliquer sur la surface de l'âme, conformément à la *fig.* 24 : la longueur totale de ces pièces rapportées est de 0^{m},40. L'ouverture de la plaque avant la fermeture, a été également modifiée, de façon à donner

Digitized by Google

au tampon une surface d'appui de même largeur sur tout son pourtour. La section libre se trouve ainsi réduite dans les mêmes proportions que pour les essais précédents.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE. $\Delta = \frac{1}{100}$.

Charge totale de $1^{kg},532$ de dynamite n° 1.

Mêmes dispositions que dans les séances précédentes.

Le tampon de $0^{m},30$ de hauteur épouse exactement la partie laissée libre entre les deux joues rapportées : il est en bois sur 1/3 de sa hauteur et en carton sur les deux autres tiers; son poids est de $9^{kg},500$. On le place à $0^{m},25$ de l'extrémité de la pièce, la partie en bois du côté de l'ouverture; la moitié seulement du tampon fait donc à l'intérieur saillie en dehors de la partie rétrécie.

Le bruit produit par l'explosion est sensible, quoique bien moins considérable que dans les cas de détonation des charges sans tampon; il est suivi d'un sifflement intense accusant des fuites importantes qui vident le canon très rapidement. Le tampon a fonctionné; il a été arrêté par la plaque avant et la partie centrale a été, comme toujours, arrachée par inertie; mais des fuites, plus fortes qu'avec les cylindres, se sont produites le long des faces verticales. On constate, après enlèvement de la plaque, que ces faces verticales forment une courbe légèrement convexe vers l'extérieur; le bois a été enlevé sur presque toute son épaisseur vers le milieu de ces faces verticales et le carton placé derrière a été aussi repoussé très sensiblement, avec arrachements dans la partie centrale. Il paraît certain que les gaz, exerçant leur pression sur le pourtour du tampon au moment même où se produisait l'arrachement par inertie, ont fait céder les parties les moins résistantes, correspondant à ces faces verticales, et ont ainsi produit les fuites constatées.

La hauteur du cylindre est réduite à $0^{m},22$.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE. $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même disposition de la charge. Un tampon semblable est placé à $0^{m},10$ seulement de la bouche, de façon à se trouver en entier dans la partie réduite.

Les résultats sont du même ordre, mais moins accentués; la partie arrachée par inertie étant moins profonde, les faces verticales ont mieux résisté et les fuites ont été moins fortes.

Le tampon est réduit à $0^{m},25$.

Digitized by Google

TROISIÈME EXPÉRIENCE. $\Delta = \frac{1}{100}$.

Même disposition de la charge. On replace le tampon ayant servi à la deuxième expérience, mais en le retournant, la partie en carton étant disposée du côté de la plaque, à $0^m,20$ de cette plaque.

Les résultats sont encore les mêmes : des fuites importantes se produisent le long des faces verticales, qui n'ont pas l'épaisseur suffisante pour résister à l'action combinée de la force d'arrachement extérieure et de la pression intérieure exercée par les gaz.

La hauteur du cylindre est réduite à 0,17.

J. BIJU-DUVAL.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE DU TOME VIII.

Digitized by Google

Digitized by Google

DEUXIÈME PARTIE.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.

Digitized by Google

Digitized by Google

FRANCE[1].

N° 176.

DÉCRET DU 19 AOUT 1893
relatif au séchage du coton azotique employé dans les dynamiteries privées.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur les rapports des ministres du commerce, de l'industrie et des colonies, de l'intérieur, de la guerre et des finances ;

Vu la loi du 8 mars 1875 et les décrets des 24 août 1875 et 28 octobre 1882 sur la poudre dynamite ;

Vu les décrets des 24 février 1876 et 12 mai 1877 qui ont autorisé la Société générale pour la fabrication de la dynamite à établir une fabrique de dynamite à Paulilles (Pyrénées-Orientales) ;

Vu le décret du 25 septembre 1876 qui a autorisé le sieur Ibos à établir au plateau d'Ablon, près la rivière Saint-Sauveur (Calvados), une fabrique de dynamite ;

Vu le décret du 18 septembre 1884 qui a autorisé la Société générale pour la fabrication de la dynamite à exploiter ladite fabrique ;

Vu le décret du 22 mars 1887 qui a autorisé la Société française des explosifs à installer une fabrique de dynamite à Cugny (Seine-et-Marne) ;

Vu l'avis du Comité consultatif des arts et manufactures ;

Vu les observations présentées par la Société générale pour la fabrication de la dynamite,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — Les séchoirs à coton azotique humide employés dans les fabriques de dynamite d'Ablon (Calvados), de

(1) Voir 1 *3, 2 *3, 3 *3, 4 *3, 5 *3, 6 *3 et 7 *3 les nos 1 à 175.

Digitized by Google

Cugny (Seine-et-Marne) et de Paulilles (Pyrénées-Orientales) doivent remplir les conditions ci-après :

ART. 2. — La température des appareils de chauffage, à leur entrée dans le séchoir, et, par conséquent, en un point quelconque de l'atelier, ne devra pas être supérieure à 65° C.; des thermomètres avertisseurs placés dans l'intérieur de l'atelier seront disposés de façon à prévenir, par une sonnerie, dès que la température dépassera ce chiffre.

Les appareils de chauffage seront, en outre, établis de manière que les poussières de coton-poudre ne puissent être entraînées en dehors du séchoir et transportées en des points dont la température serait supérieure à 65°.

ART. 3. — La température à laquelle le coton-poudre sera porté pendant le séchage ne dépassera pas 55°.

ART. 4. — Toute opération de transvasement, mise en sac, pesage, etc., sera interdite à l'intérieur du séchoir; la préparation des récipients contenant le coton-poudre humide sera faite dans un autre atelier, de manière que l'on n'ait qu'à placer ces récipients sur les appareils de séchage et à les enlever avec leur contenu, sans toucher à ce dernier, quand le séchage sera terminé.

ART. 5. — Le poids de chacun des récipients, chargé de coton-poudre humide, ne devra pas dépasser 8^{kg}.

ART. 6. — Les appareils seront disposés de façon que toutes les parties soient accessibles, faciles à visiter et à nettoyer, et que les opérations de chargement et de déchargement puissent être opérées sans chocs ni frottements dangereux.

ART. 7. — La quantité totale de coton-poudre que pourra contenir un séchoir, sauf dans les cas exceptionnels d'isolement, sera limitée à 150^{kg}.

ART. 8. — Les séchoirs seront construits comme les autres bâtiments de la fabrication renfermant des matières susceptibles de faire explosion, c'est-à-dire avec des parois et une toiture légère, autant que possible avec des matériaux incombustibles ne présentant aucun vide où la poussière de coton-poudre pourrait se loger ou séjourner.

Digitized by Google

ART. 9. — Les séchoirs qui seraient construits ultérieurement devront être établis dans les mêmes conditions.

ART. 10. — Les dispositions qui précèdent seront exécutoires à partir du 1er septembre 1893.

ART. 11. — Les ministres du commerce, de l'industrie et des colonies, de l'intérieur, des finances et de la guerre, sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution du présent décret qui sera inséré au *Bulletin des lois* et publié au *Journal officiel de la République française*.

Fait à Fontainebleau, le 19 août 1893.

CARNOT.

Par le président de la République:

Le ministre du commerce, de l'industrie et des colonies,
TERRIER.

Le président du conseil, ministre de l'intérieur,
Ch. DUPUY.

Le ministre des finances,
P. PEYTRAL.

Le ministre de la guerre,
Gal LOIZILLON.

N° 177.

PRÉCAUTIONS A PRENDRE POUR L'EMMAGASINAGE DES CHIFFONS ET MATIÈRES GRASSES.

(Lettre collective n° 9.)

Paris, le 23 août 1893.

Messieurs, un incendie, qui s'est déclaré le 5 juillet dernier, dans un magasin de fournitures diverses, à la poudrerie de Sevran, a été attribué à une inflammation spontanée de chiffons, ayant pu être mouillés par suite d'avaries faites à la couverture dans l'explosion d'un dépôt et peut-être aussi imbibés en partie d'essence provenant d'un fût placé à une trop faible distance.

Deux commencements d'incendie, survenus récemment dans le séchoir n° 18, à Esquerdes, et dans l'atelier des turbines, à Saint-Chamas, ont également été attribués à l'inflammation spontanée de chiffons restés dans ces ateliers.

Pour éviter le renouvellement d'accidents de même nature, je vous prie de tenir la main à l'exécution des prescriptions anté-

Digitized by Google

rieures qui vous ont déjà été adressées au sujet de l'emmagasinage des chiffons et qui peuvent se résumer comme il suit :

Tous les chiffons, déchets de coton, etc., distribués aux ateliers pour le nettoyage doivent être constamment renfermés, qu'ils aient ou qu'ils n'aient pas servi, dans des étouffoirs fermant hermétiquement et placés, autant que possible, à l'abri de l'humidité, en dehors de ces ateliers.

Les chiffons et déchets neufs, conservés en magasin, seront placés de même dans de grands étouffoirs.

Enfin les huiles, essences, matières grasses ou autres substances susceptibles de donner lieu à des inflammations spontanées, par leur contact avec des matières poreuses et combustibles, devront être emmagasinées à part.

G^al LOIZILLON.

N° 178.

INCENDIE SURVENU, LE 5 JUILLET 1893, DANS LE MAGASIN *h'* DE LA POUDRERIE DE SEVRAN-LIVRY.

(Lettre collective n° 11.)

Paris, le 5 septembre 1893.

Messieurs, un incendie s'est produit, le 5 juillet dernier, vers $4^h 30^m$ du matin, à la poudrerie de Sevran-Livry, dans un compartiment du bâtiment *h'* servant, au comptable en matières, de magasin pour les fournitures diverses : le feu, déjà très intense lorsqu'il fut aperçu des gardiens de nuit, ne put être arrêté que grâce au concours prêté, par la compagnie d'infanterie, aux agents domiciliés dans l'établissement.

Je vous envoie ci-joint, avec une vue photographique du bâtiment après l'incendie, le rapport de M. l'inspecteur général Biffe, qui a fait l'enquête réglementaire.

Il résulte de ce document que l'accident paraît devoir être attribué à une inflammation spontanée de chiffons, ayant pu être mouillés par suite d'avaries faites à la couverture dans l'explosion d'un dépôt, et peut-être aussi imbibés en partie d'essence provenant d'un fût placé à trop faible distance.

Bien que l'enquête n'ait pas permis de déterminer, d'une manière absolument certaine, les causes de l'accident, les circonstances dans lesquelles il s'est produit me conduisent à recommander de nouveau aux ingénieurs de faire exécuter strictement

Digitized by Google

les prescriptions de ma lettre collective n° 9 du 23 août 1893, relatives à l'emmagasinage des chiffons.

Il me sera accusé réception de la présente lettre collective.

G^al LOIZILLON.

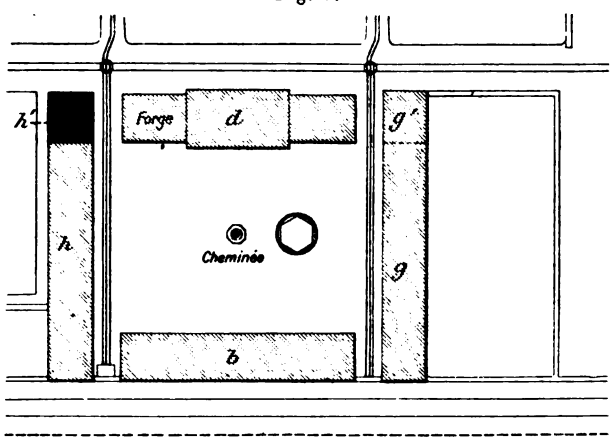
RAPPORT

sur l'incendie survenu, le 5 juillet 1893, dans le magasin *h'* de la poudrerie de Sevran-Livry.

Un incendie s'est déclaré le 5 juillet, vers 4^h 30^m du matin, à la poudrerie de Sevran-Livry, dans le compartiment *h'*, situé à l'extrémité nord du grand bâtiment *h*.

État des lieux avant l'incendie. — Le compartiment *h'* servait de magasin au comptable en matières; il présente une superficie de 11^m de

Fig. 1.



LÉGENDE.

b. Atelier de carbonisation.
d. Atelier de réparations.
h, *g*. Hangars aux bois, à charbon.
h', *g'*. Magasins aux ustensiles et fournitures.

largeur sur une longueur de 13^m, 50, fermée sur les quatre faces par des murs en moellons de 0^m, 50 d'épaisseur; le mur ouest et le mur sud qui forme séparation avec l'autre partie du bâtiment *h*, sont pleins; le mur nord est percé, à une hauteur de 3^m, d'une ouverture fermée par un châssis vitré

Digitized by Google

fixe; enfin, dans le mur est, en face de la forge placée à l'extrémité ouest du bâtiment *d*, s'ouvraient une porte à deux battants et deux fenêtres.

La toiture était en tuiles mécaniques, posées sur lattis et chevrons supportés par des pannes qui s'appuyaient sur les murs sud et nord et sur deux fermes intermédiaires, puis se continuaient dans le restant du bâtiment *h*; toute cette charpente était en sapin.

Le sol était couvert par un carrelage en terre cuite.

A l'intérieur du magasin *h'* se trouvaient, au rez-de-chaussée, contre le mur sud et sur deux rangées, les huiles et essences diverses renfermées dans des bacs, des fûts métalliques ou des fûts en bois; les autres parties du sol étaient occupées par des balles de chiffons, les métaux en barres, les câbles, les articles de peinture, droguerie, etc., tous matériaux lourds et encombrants; des étagères, disposées contre les murs nord et ouest, renfermaient les fournitures moins lourdes et moins encombrantes qui se prêtaient mieux à un classement; d'autres casiers étaient disposés plus haut, sur les trois faces sud, ouest et nord du bâtiment, et renfermaient des fournitures d'un maniement encore plus facile ou d'un usage peu courant.

Une galerie en bois, supportée par des colonnes en fonte, desservait cet étage, où l'on accédait par un escalier en bois.

L'explosion du 26 juin 1893 avait démoli en grande partie la toiture du magasin *h'*, et avait brisé les portes et les fenêtres. On avait dû faire une porte provisoire et les fenêtres avaient été bouchées par des planches clouées; la toiture avait été refaite aussi rapidement que possible et l'on avait même, pour cela, découvert complètement la partie la plus voisine du hangar *h* sur une longueur de 4^m à 5^m, qui était encore dans cet état au moment de l'incendie.

Toutefois, cette réparation n'avait pu être assez rapide pour empêcher la pluie de venir mouiller quelques objets.

Aussitôt la toiture réparée, le magasin avait été soigneusement nettoyé.

Effets de l'incendie. — L'incendie avait déjà acquis une grande intensité lorsqu'il fut aperçu des gardiens de nuit, qui appelèrent des secours. Aussi, quelque promptitude qu'ait apporté le personnel des agents domiciliés dans l'établissement, avec le concours des gardiens, à mettre une pompe en batterie, ce n'est qu'à l'arrivée de la compagnie d'infanterie et d'un certain nombre d'ouvriers qu'on put se rendre maître du feu. Après des efforts assez heureux pour préserver les bâtiments voisins et particulièrement le hangar *h*, qui recouvrait de grandes quantités de bois de bourdaine, caisses d'emballage, etc., l'incendie localisé dans le compartiment *h'* put être éteint; il ne restait plus, d'ailleurs, que peu d'aliments à la combustion.

Digitized by Google

Les pertes en matières et objets divers sont évaluées à environ 15 000^{fr}, celles de l'immeuble sont estimées à 9700^{fr}.

Causes de l'incendie. — Les causes de l'événement n'ont pu être exactement déterminées.

Les surveillants de nuit, en passant dans une ronde près du bâtiment incendié, vers 4^{h}, n'avaient rien remarqué, et toutes les indications recueillies font écarter la supposition de malveillance. On est, par conséquent, porté à attribuer l'origine de l'incendie aux chiffons que renfermait le bâtiment, dont une combustion spontanée aurait été provoquée par la pluie, quelques jours auparavant, la toiture ayant été endommagée par l'explosion du 26 juin.

Peut-être aussi, l'une des balles de chiffons, entamée depuis assez longtemps, avait-elle été atteinte par de l'essence, à la suite des suintements qu'on avait constatés dans un fût distant seulement de 0^{m},50. Après s'être aperçu de ces fuites, le magasinier les avait arrêtées en recouvrant les joints de suif et avait bien nettoyé le carrelage, mais il n'est pas impossible que quelques fragments de matière textile, pénétrés par l'essence, aient échappé à son attention.

Conclusions. — L'événement démontre que les matières inflammables, comme des huiles ou des chiffons, doivent toujours être tenues à distance les unes des autres, qu'elles doivent être emmagasinées à part, et que la construction du bâtiment destiné à les abriter ne doit comporter que des matériaux incombustibles.

Responsabilités. — Dans l'incertitude où l'on se trouve des causes de l'accident, il est impossible de l'imputer à une négligence ou à une faute qui, aux termes de l'instruction ministérielle du 17 septembre 1881, mette en cause la manière de servir d'aucun agent; aussi proposons-nous de décharger le personnel de la poudrerie, à tous les degrés de la hiérarchie, de toute responsabilité dans l'incendie survenu le 5 juillet, à la poudrerie de Sevran-Livry.

Paris, le 19 août 1893.

L'inspecteur général,
BIFFE.

Digitized by Google

N° 179.

EXPLOSION SURVENUE, LE 29 JUIN 1893, DANS LE BATIMENT N° 30 DE LA POUDRERIE DE SEVRAN-LIVRY.

(Lettre collective n° 12.)

Paris, le 7 septembre 1893.

Messieurs, le 26 juin dernier, une explosion d'une grande violence s'est produite à la poudrerie de Sevran-Livry, dans le dépôt n° 30 servant à entreposer principalement les poudres de chasse, en cours de fabrication, qui y étaient apportées pour être concassées, puis débarrassées des pâtes molles par un tamisage au signolet.

Le bâtiment, qui contenait 1200^{kg} environ de matières de chasse forte, à cinq heures de trituration, a été complètement détruit, et un des ouvriers chargés du service du dépôt a été tué sur le coup.

Les effets de l'explosion se sont fait ressentir sur une grande étendue : des matériaux ont été projetés à des distances dépassant 500^{m}, et les arbres arrachés ou brisés dans le voisinage de l'emplacement du dépôt. Le groupe II des usines à meules s'est effondré en provoquant, au compartiment 10, une explosion qui fort heureusement n'a atteint personne.

Je vous envoie ci-joint, avec une vue photographique des lieux après l'accident, le rapport de M. l'inspecteur général Biffe, qui a été chargé de l'enquête réglementaire.

Il résulte de ce document que les causes de l'explosion ne peuvent être déterminées, mais que ses conséquences ont été aggravées par la résistance qu'opposait, à l'expansion des gaz, le dépôt n° 30, de construction relativement lourde et massive.

Afin d'atténuer, dans la mesure du possible, les conséquences des explosions, il convient, ainsi que le prescrit la lettre collective n° 19 du 29 octobre 1887, de réduire au strict minimum les quantités d'explosifs conservés dans les dépôts et d'augmenter le nombre de ces derniers toutes les fois qu'un espace disponible le permettra ; enfin, les opérations manuelles de fabrication devront, autant que possible, être faites au dehors des dépôts.

Il me sera accusé réception de la présente lettre collective.

G^{al} LOIZILLON.

Digitized by Google

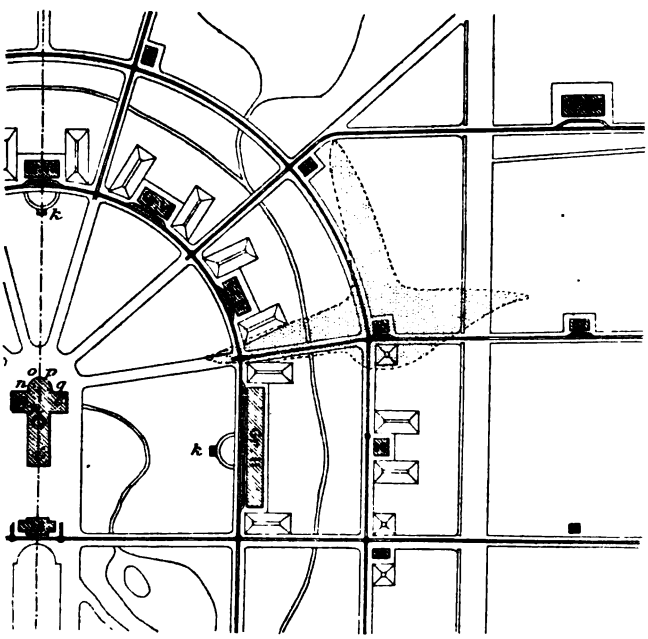
RAPPORT

sur l'explosion survenue, le 26 juin 1893, dans le bâtiment n° 30 de la poudrerie de Sevran-Livry.

Le 26 juin, à $9^h 40^m$ du matin, à la poudrerie de Sevran-Livry, une explosion s'est produite dans le dépôt n° 30, où le poudrier Serry a trouvé instantanément la mort, qui a détruit complètement ledit bâtiment et a occasionné, sur tous les points de l'établissement, des dégâts considérables.

État des lieux avant l'accident. — La construction du dépôt n° 30 remonte à l'époque de la création de la poudrerie; elle est conforme au type alors adopté pour ce genre de bâtiment. Elle comprenait des poteaux d'angle en chêne, de $0^m,19$ sur $0^m,19$, et des poteaux de ferme de $0^m,18$ sur $0^m,15$, reposant sur des parpaings en pierre de taille, de $0^m,30$ au-dessus du sol. Les remplissages entre poteaux, constituant des cloisons de $0^m,13$ d'épaisseur, étaient formés de briques ordinaires, posées à plat,

Fig. 2.



hourdées au mortier de chaux hydraulique et enduites en plâtre intérieurement.

Digitized by Google

La toiture en ardoises reposait sur un double voligeage dont l'un, apparent à l'intérieur du dépôt, constituait un véritable plancher en frises de sapin de $0^{m},027$ d'épaisseur, rainées et clouées solidement sur les pannes et les arbalétriers de la charpente; des ferrures très solides donnaient, en outre, à cette dernière une résistance considérable.

Le sol intérieur était formé par une couche d'asphalte qui avait remplacé le parquet système Gourgucchon, employé lors de la construction du bâtiment.

Une porte à deux vantaux, entre deux fenêtres sur la façade, donnait accès à l'intérieur.

Le bâtiment, comme l'indique l'extrait du plan d'ensemble joint au présent rapport, était situé au croisement de deux chemins bordés de plantations et protégé par un merlon du côté sud.

Organisation du travail dans le dépôt. — Le service était organisé, comme il l'est dans toutes les poudreries, depuis la fabrication des poudres de chasse par les meules.

Le dépôt n° 30 servait à entreposer les poudres à fin grain et, principalement, les poudres de chasse, entre la trituration aux meules et le lissage.

Les matières sortant des meules y étaient apportées pour y être concassées, puis tamisées au signolet, afin d'être débarrassées des pâtes molles. Elles allaient ensuite au grenoir et, principalement, au grenoir à retour du groupe IV, d'où l'on ramenait le bon grain et le poussier. Le bon grain était emporté au lissoir du groupe V, dès que la quantité représentait la charge d'une tonne et, après lissage, était porté au dépôt 32.

Avec le poussier, on préparait des charges de 20^{kg} pour les meules.

On ramenait encore à ce dépôt, pour les repasser aux meules après arrosage, les poussiers secs de l'époussetage.

Pour l'exécution du travail, le dépôt 30 contenait donc une table de concassage, placée devant la fenêtre est, un signolet double, placé du côté opposé et une bascule.

La table de concassage, de $1^{m},40$ de longueur sur $0^{m},80$ de largeur, était formée de hêtre assemblé au moyen de clefs en bois et de boulons en cuivre et présentait un rebord de $0^{m},17$ de hauteur; elle était terminée à une extrémité par un plan incliné qui, avec le prolongement du rebord et une couverture en toile, formait une sorte de gueulette, débouchant dans une manche en toile fixée au couvercle de la tine destinée à recevoir les produits du concassage.

La matière était brisée au moyen de maillets en bois pesant 800^{gr} au maximum.

Le signolet était du modèle ordinaire.

Le service du dépôt 30 était fait par deux ouvriers, l'un restant constam-

Digitized by Google

ment dans le dépôt, l'autre faisant les transports du grenoir à retour. Le premier faisait le tamisage des pâtes molles, préparait les charges de poussiers pour les meules et s'occupait du concassage.

Le deuxième ouvrier se rendait au grenoir à retour du groupe IV, à l'appel du conducteur de ce groupe, pour y porter la galette débarrassée des pâtes molles, et en ramenait le bon grain et le poussier; pendant son séjour au dépôt, il travaillait au concassage.

Enfin, on venait au dépôt n° 30 prendre les charges de poussiers à repasser aux meules et l'on y apportait les charges triturées, compositions et poussiers; les ouvriers des lissoirs venaient y enlever le bon grain pour être chargé à la tonne et les ouvriers de l'époussetage y ramenaient de temps en temps les poussiers secs.

Circonstances de l'explosion. — Au moment de l'événement, la victime, le sieur Serry, qui depuis longtemps était chargé de ce service, était seule dans le dépôt. Son aide, l'ouvrier Bonnaud, venait de le quitter pour aller porter un tamis à l'atelier de réparations, et il résulte de sa déposition que l'on ne s'occupait pas, en ce moment, du tamisage. Bonnaud déclare, en effet, qu'avant de sortir du dépôt, il avait aidé Serry à changer la tine recevant les galettes concassées; il restait encore sur la table à concasser un peu de matière : c'est tout ce qu'il sait des mouvements qui ont dû suivre sa sortie.

Le bâtiment renfermait alors l'équivalent d'une tonne de grain de chasse forte qu'on devait charger au lissoir dans l'après-midi, neuf barils d'égalisures provenant du dépôt d'égalisage et d'époussetage, apportés vers 8^{h} par les poudriers Philippe et Coulibœuf, chargés de ce travail au dépôt 38; enfin, une dizaine de charges de chasse forte, à l'état de galettes à concasser ou de poussiers à repasser, soit, en tout, 1200^{kg} environ de matières de chasse forte à cinq heures de trituration et n'ayant qu'une faible humidité.

Effets de l'explosion. — L'explosion a été d'une extrême violence; non seulement, elle a coûté la vie à un ouvrier, mais elle a eu des effets qui se sont fait ressentir sur une grande étendue.

Il faut tout d'abord signaler la répercussion de l'explosion sur le groupe II des usines à meules; dans l'effondrement général qui s'y est produit, l'usine 10, qui triturait 20^{kg} de poudre de chasse, a elle-même sauté; une détonation s'est fait entendre, sensiblement plus faible que la première, qui n'a atteint personne.

Le dépôt 30 a été complètement rasé et les matériaux projetés à des distances dépassant 500^{m}; sur l'emplacement même du bâtiment, le sol a été bouleversé; la plaque tournante, placée à la rencontre de la voie circu-

Digitized by Google

laire des dépôts et du chemin rayonnant, a été brisée et les voies qui y aboutissaient déplacées.

Les gaz de l'explosion ont détruit le bois tout autour, mais surtout suivant quatre directions orientées exactement suivant les axes du dépôt. C'est du côté du nord que l'action s'est fait sentir le plus loin, sans doute, par l'effet de la résistance offerte du côté opposé par un merlon; elle a atteint une distance de 90^{m}, mais a évité de quelques mètres le dépôt 32, placé à 80^{m} du 30, dans une direction légèrement oblique.

Du côté sud, les gaz, arrêtés par un premier merlon dont tous les arbres ont été arrachés, ont encore brisé le haut des plantations couvrant le deuxième merlon protégeant la presse 28, qui a été effondrée par le contre-coup.

A l'ouest, les gaz se sont détendus dans le chemin rayonnant n° 10, renversant les arbres en même temps que les briques projetées le balayaient d'un bout à l'autre et n'étaient arrêtées que par la rotonde des machines centrales; quelques-unes passaient plus haut pour retomber plus loin ou frapper la cheminée centrale, comme le montre une empreinte à une hauteur de 20^{m} environ.

A l'est, l'action des gaz n'a guère dépassé l'allée est, sans doute en raison du peu de résistance opposé par le côté ouest.

Parmi les bâtiments voisins, ceux qui ont le plus souffert sont, en sus de la presse 28, les meules du groupe II, dont toutes les toitures se sont effondrées à la suite de la rupture des pannes; viennent ensuite les usines du groupe IV et le dépôt 32 où la toiture était disloquée et tout un panneau de briques renversé sur des barils de poudre. Le dépôt 26 a reçu aussi de nombreux projectiles.

Presque tous les bâtiments de la poudrerie ont plus ou moins souffert. Les couvertures en tuiles et principalement celle de la carbonisation ont été déplacées, et la chute des tuiles a blessé légèrement quatre ouvriers.

Parmi les effets à signaler, se trouve la rupture de nombreuses pannes, brisées par le milieu, jusque dans des bâtiments assez éloignés, comme l'usine 49 du groupe IX.

Les dégâts matériels sont estimés à 57698^{fr},35, dont 54000^{fr} pour les immeubles et 3698^{fr},35 pour les matières et objets perdus.

Causes de l'explosion. — Quelques instants avant le sinistre, il est certain que le travail s'exécutait dans le dépôt 30 d'une manière absolument normale; les opérations du concassage avec maillet en bois s'exécutent partout, dans les poudreries, sans jamais avoir donné lieu à la moindre étincelle; on est donc conduit à se demander si l'ouvrier, qui était resté seul dans le dépôt, n'a pas commis quelque imprudence.

Ses antécédents sont en sa faveur, ses chaussures étaient réglementaires

Digitized by Google

et l'on ne voit pas qu'il ait eu, dans la situation où l'avait laissé son aide Bonnaud, d'autre mouvement à effectuer que le transport et le déversement, sur la table de concassage, d'une tine de 20^{kg} de matière, opération qu'un ouvrier fait constamment sans qu'elle paraisse présenter de danger.

L'incertitude la plus grande règne, par conséquent, sur les causes de l'explosion du 26 juin.

Conclusions et enseignements. — En présence du désastre occasionné par l'explosion, on est naturellement porté à proscrire toute opération manuelle de fabrication dans un bâtiment renfermant une assez grande quantité de poudre, et il serait à désirer, pour conserver aux dépôts leur affectation propre, qu'on pût créer, entre les usines et les dépôts, de petites constructions convenablement protégées, dans lesquelles on n'opérerait que sur 20^{kg} à la fois les manipulations qui s'effectuent actuellement dans tous les dépôts analogues au bâtiment 30 de la poudrerie de Sevran-Livry. Malheureusement, l'espace dont disposent généralement les poudreries, entre les bâtiments affectés à la fabrication, est beaucoup trop restreint et le nombre de ces bâtiments trop insuffisant pour permettre la division absolue dans laquelle on trouverait un nouveau gage de sécurité des dépôts, d'une part, et des ateliers de manipulation ou usines, d'autre part.

Les ravages produits démontrent, en outre, l'inconvénient, pour les dépôts, de constructions relativement lourdes, dont les différentes parties, opposant une plus grande résistance, en cas d'explosion, à l'expansion des gaz, se divisent ensuite en projectiles lancés avec plus de force dans différentes directions.

Enfin, l'événement indique que les projections s'effectuent entre les angles du bâtiment; il importera donc, dans une installation nouvelle, de ne pas placer les axes des constructions dans le prolongement l'un de l'autre; les dépôts devront être établis en retrait de plusieurs mètres par rapport à la voie qui longe la façade, et être entourés de plantations, sans admettre à proximité de ces bâtiments, comme cela existe à Sevran, la rencontre à angle droit, compromettante pour les passants, de deux chemins offrant un espace libre aux projections.

Responsabilités. — L'exposé des faits, tel qu'il résulte du procès-verbal d'enquête et du présent rapport, prouve que l'on ne s'est nullement écarté, à Sevran, des règles de précautions qui s'imposent dans toute poudrerie, qu'il était impossible de prévoir l'accident et qu'il n'y a eu, de la part des chefs de l'établissement ni des chefs ouvriers, ni faute commise, ni négligence dans l'accomplissement de leurs devoirs; l'inspecteur général estime,

Digitized by Google

en conséquence, qu'ils doivent être relevés de toute responsabilité en ce qui concerne l'explosion du 26 juin dernier.

Paris, le 19 août 1893.

L'inspecteur général,
BIFFE.

N° 180.

FABRICATION DE NOUVEAUX TYPES DE DYNAMITE.

(Lettre collective n° 17.)

Paris, le 31 octobre 1893.

Messieurs, pour compléter les instructions contenues dans ma lettre collective n° 6 du 21 juin 1893, relative aux formalités à remplir pour la fabrication de nouveaux types de dynamite, je vous préviens que les échantillons à remettre par les fabricants aux agents du service des poudres et salpêtres, détachés dans les dynamiteries privées, devront être de 500^{gr} chacun.

Ces échantillons seront adressés, aux frais de l'usine et avec l'apostille de l'agent du service, à l'établissement dont relève cet agent. Ils seront tenus à la disposition de la Commission des substances explosives. Les quantités non expédiées à cette commission seront conservées jusqu'à nouvel ordre.

Je vous prie, messieurs, de m'accuser réception de la présente lettre collective.

G^{al} LOIZILLON.

N° 181.

EXPORTATION DU COTON-POUDRE.

(Lettre collective n° 18.)

Paris, le 7 novembre 1893.

Messieurs, ma lettre collective n° 9 du 27 juillet 1889 a prescrit que les demandes de coton-poudre ou de coton azotique pour l'exportation, qui seraient adressées aux directeurs des poudreries par les entrepôts des contributions indirectes, devraient être immédiatement transmises à la poudrerie du Moulin-Blanc.

La poudrerie d'Angoulême se trouvant actuellement en mesure

Digitized by Google

de satisfaire aux commandes de cette nature qu'il pourrait y avoir intérêt à lui confier, je vous informe que les directeurs des poudreries devront, à l'avenir, m'aviser sans retard de toutes demandes de coton-poudre ou de coton azotique pour l'exportation. Il leur sera donné, dans chaque cas, des instructions sur la suite que ces demandes devront recevoir.

Les directeurs des poudreries du Moulin-Blanc et d'Angoulême auront à m'en référer également, dans le cas où les demandes qui leur seront transmises formuleraient des conditions spéciales non prévues par la notice sur l'exportation des poudres.

Je vous prie, messieurs, de m'accuser réception de la présente lettre collective.

G^al LOIZILLON.

N° 182.

NOUVELLES INSTRUCTIONS

sur la marche à suivre pour subordonner les adjudications de nitrate de soude et de chlorure de potassium au prix du salpêtre brut.

(Lettre collective n° 19.)

Paris, le 10 novembre 1893.

Messieurs, la lettre collective n° 39, du 2 décembre 1881, a déterminé les conditions dans lesquelles doivent avoir lieu les adjudications soit de salpêtre, soit de matières composantes.

Il importe, en effet, de ne procéder, dans vos établissements, à la fabrication du salpêtre à raffiner, que s'il est reconnu qu'elle présente une réelle économie par rapport à l'achat direct au commerce. Or, la dernière adjudication a démontré que les dispositions adoptées, d'après la lettre du 2 décembre 1881 précitée, ne conduisent pas toujours au but qu'on s'est proposé.

D'abord, la première formule indiquée dans ladite lettre doit être légèrement modifiée, le rendement de 100^kg de nitrate de soude en nitrate de potasse, devant être compté à 112^kg au lieu de 110^kg qu'on avait admis jusque-là. Il conviendra donc de prendre pour base la règle suivante :

$$\text{Prix de fabrication} : 0,891\,P' + 0,785\,P'' + 2 < P.$$

Digitized by Google

P, P′, P″ étant respectivement les prix par 100^{kg} du salpêtre, du nitrate de soude et du chlorure de potassium.

Dès lors, le prix maximum du salpêtre étant seul fixé, l'adjudication devra être proposée dans la double hypothèse de la fourniture du salpêtre et de la fourniture des composants correspondants.

L'application des prix les plus bas offerts permettra de reconnaître s'ils satisfont ou non à la formule ci-dessus : dans l'affirmative, l'adjudication sera prononcée en faveur des matières composantes ; dans le cas contraire, c'est à l'achat du salpêtre qu'on aura recours, à la condition, bien entendu, que les offres constituent un prix de salpêtre inférieur au maximum fixé pour l'adjudication.

G^{al} LOIZILLON.

N° 183.

MISE EN VENTE DE NOUVELLES POUDRES DE CHASSE PYROXYLÉES.

(Lettre collective n° 23.)

Paris, le 21 novembre 1893.

Messieurs, par ma lettre collective n° 9, du 8 juin 1892, je vous ai fait connaître que des mesures avaient été prises pour la mise en vente de deux nouveaux types de poudres de chasse pyroxylées, désignés par les lettres I^{bis} et J, indépendamment de l'ancien type de poudre désigné par la lettre S.

Je vous informe que divers accidents, survenus au cours des manipulations des poudres P, ont conduit à renoncer à la fabrication de ce type de poudre.

Les types de poudre J et S sont donc seuls livrés à la consommation.

J'ajoute qu'une modification, récemment apportée au dosage des poudres J, a permis de remédier aux inconvénients que l'emploi de ces poudres paraissait présenter, au point de vue de l'attaque du métal des armes par les résidus de la combustion.

Je vous prie, messieurs, de m'accuser réception de la présente lettre collective.

G^{al} LOIZILLON.

Digitized by Google

N° 184.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

CIRCONSCRIPTIONS DES POUDRERIES.

(Circulaire n° 78, du 13 décembre 1893.)

Les modifications apportées à la production des poudreries nationales en poudres de vente ont nécessité le remaniement des circonscriptions d'approvisionnement.

Le tableau ci-annexé indique, par espèces de poudres, à quelle poudrerie chaque entrepôt devra transmettre ses demandes à partir du 1er janvier 1894.

Toutefois, rien n'est changé aux dispositions des circulaires nos 134, du 17 décembre 1874, et 442, du 15 janvier 1886, relatives à l'institution des entrepôts principaux. Sur les points où le système défini par ces instructions permettrait de réduire les frais de transport, les directeurs auraient à en prescrire d'office l'application.

Le conseiller d'État, directeur général,
A. CATUSSE.

CIRCONSCRIPTIONS DES POUDRERIES.

I. — Poudres noires et brunes.

POUDRERIE DE SAINT-PONCE.

Approvisionnement des entrepôts suivants en poudres de toutes les espèces.

Aisne.....	Laon.
Ardennes.....	Rethel.
	Charleville.
	Sedan.
Marne.....	Châlons.
	Reims.
Marne (Hte-)..	Chaumont.
	Langres.
Meurthe-et-Moselle.....	Briey.
	Toul.
Meuse.....	Bar-le-Duc.
	Montmédy.
	Verdun.
Vosges.....	Épinal.
	Saint-Dié.

Digitized by Google

Poudrerie de Vonges.

Approvisionnement des entrepôts suivants en poudres de toutes les espèces.

Ain	Bourg.
	Belley.
	Nantua.
	Gex.
Ardèche	Privas.
	Tournon.
Aube	Troyes.
Côte-d'Or	Dijon.
	Châtillon-s.-Seine.
Doubs	Besançon.
	Baume.
	Pontarlier.
Drôme	Die.
	Montélimar.
	Nyons.
	Valence.
Isère	Grenoble.
	Saint-Marcellin.
	Bourgoin.
	Vienne.
Jura	Lons-le-Saunier.
Nièvre	Nevers.
Rhône	Lyon.
Saône-et-Loire	Autun.
	Chalon.
	Charolles.
Savoie	Chambéry.
	Albertville.
	Saint Jean-de-Maurienne.
	Moutiers.
Savoie (Hte-)	Annecy.
	Thonon.
	Bonneville.
Territoire de Belfort	Belfort.
Yonne	Sens.

Poudrerie de Saint-Chamas.

Approvisionnement des entrepôts suivants en poudres de toutes les espèces

Alpes (Basses-)	Digne.
	Castellane.
	Sisteron.
	Folcalquier.
	Barcelonnette.
Alpes (Htes-)	Gap.
	Embrun.
	Briançon.
Alpes-Maritim.	Nice.
	Grasse.
Bouches-du-Rhône	Marseille.
	Aix.
	Arles.
Corse	Ajaccio.
	Bastia.
	Calvi.
	Corte.
	Sartène.
Var	Draguignan.
	Brignoles.
	Toulon.
Vaucluse	Apt.
	Carpentras.
	Orange.
Algérie	Alger.
	Constantine.
	Philippeville.
	Bône.
	Oran.

Digitized by Google

Poudrerie de Toulouse.

Approvisionnement des entrepôts suivants en poudres de toutes les espèces.

Ariège	Foix.
Aude	Narbonne.
	Carcassonne.
Aveyron	Rodez.
	Milhau.
	Saint-Affrique.
	Aubin.
Gard	Nîmes.
	Alais.
	Uzès.
	Le Vigan.
Garonne (Hte-)	Toulouse.
	Saint-Gaudens.
Gers	Auch.
	Condom.
	Mirande.
Hérault	Montpellier.
Landes	Mont-de-Marsan.
	Saint-Sever.
	Dax.
Lot	Cahors.
	Figeac.
	Souillac.
Lot-et-Garonne	Agen.
	Nérac.
	Tonneins.
	Villeneuve.
Pyrénées (Bes-)	Bayonne.
	Orthez.
	Pau.
Pyrénées (Hes-)	Tarbes.
	Lourdes.
	Bagnères.
Pyrénées-Orientales	Perpignan.
	Prades.
Tarn	Albi.
	Castres.
Tarn-et-Garonne	Montauban.
	Moissac.

Poudrerie d'Angoulême.

Approvisionnement des entrepôts suivants en poudres de toutes les espèces, sauf pour les entrepôts de Nantes et Saint-Nazaire qui ne recevront d'Angoulême que la poudre de commerce extérieur.

Allier	Moulins.
	Montluçon.
Cantal	Aurillac.
	Saint-Flour.
Charente	Angoulême.
	Barbezieux.
	Cognac.
	Ruffec.
	Confolens.
Charente-Inférieure	La Rochelle.
	Marennes.
	Saintes.
	St-Jean-d'Angely.
Corrèze	Tulle.
Creuse	Guéret.
Dordogne	Périgueux.
	Bergerac.
Garonne	Bordeaux.
	Lesparre.
	Blaye.
	Libourne.
	La Réole.
Loire (Hte-)	Le Puy.
	Brioude.
Loire-Infér	Nantes.
	Saint-Nazaire.
Lozère	Mende.
	Florac.

Digitized by Google

Poudrerie d'Angoulême.

Approvisionnement des entrepôts suivants en poudres de toutes les espèces, sauf les entrepôts de Nantes et Saint-Nazaire qui ne recevront d'Angoulême que la poudre de commerce extérieur (suite).

Puy-de-Dôme.	Clermont-Ferrand (1).
	Thiers.
	Ambert.
Vienne (Hte-)..	Limoges.
	Bellac.

Poudrerie du Ripault.

Approvisionnement des entrepôts suivants en poudres de toutes les espèces, sauf pour les entrepôts de Nantes et de Saint-Nazaire qui recevront d'Angoulême la poudre de commerce extérieur.

Cher.....	Bourges.
	Saint-Amand.
Côtes-du-Nord.	Saint-Brieuc.
	Guingamp.
	Lannion.
Finistère.....	Quimper.
	Châteaulin.
	Morlaix.
Ille-et-Vilaine.	Rennes.
	Vitré.
	Saint-Malo.
Indre.....	Châteauroux.
	La Châtre.
	Le Blanc.
Indre-et-Loire.	Tours.
Loir-et-Cher..	Blois.
Loire-Infér....	Nantes.
	Ancenis.
	Saint-Nazaire.
	Paimbœuf.
Loiret.....	Orléans.
Maine-et-Loire.	Angers.
	Saumur.
Mayenne.....	Laval.
	Château-Gontier.
Morbihan.....	Port-Louis.
Sarthe.....	Le Mans.
Deux-Sèvres..	Niort.
	Parthenay.
	Bressuire.
Vendée.....	La Roche-sur-Yon.
Vienne.....	Poitiers.
	Montmorillon.
	Châtellerault.
	Loudun.
	Civray.

(1) Y compris les poudres de mine MC et anguleuses précédemment livrées par la poudrerie du Ripault.

Digitized by Google

Poudrerie d'Esquerdes.

Approvisionnement des entrepôts suivants en poudres de toutes les espèces, sauf : 1° pour l'entrepôt de Rouen que la poudrerie d'Esquerdes n'approvisionnera qu'en poudre de mine anguleuse et, concurremment avec celle de Sevran-Livry, en poudres MC ; *2° pour l'entrepôt du Havre, qui recevra de Sevran-Livry les poudres de guerre destinées à l'exportation.*

Nord	Lille.
	Avesnes.
	Douai.
	Valenciennes
	Cambrai.
	Hazebrouck.
	Dunkerque.
Pas-de-Calais	Arras.
	Boulogne.
	Béthune.
	Saint-Omer.
Seine-Infér.	Rouen.
	Le Havre (1).
	Neufchâtel.
	Yvetot.
Somme	Amiens.
	Abbeville.
	Montdidier.
	Péronne.

Poudrerie de Sevran-Livry.

Approvisionnement des entrepôts suivants en poudres de toutes les espèces, sauf pour les entrepôts de Rouen et du Havre : le premier recevra de la poudrerie d'Esquerdes les poudres de mine anguleuse ainsi qu'une partie des poudres MC ; *le second ne sera approvisionné par Sevran-Livry qu'en poudre de guerre pour l'exportation.*

Aisne	Château-Thierry.
Calvados	Bayeux.
	Caen.
	Honfleur.
	Vire.
Eure	Évreux.
	Pont-Audemer.
	Les Andelys.
Eure-et-Loir	Châteaudun.
	Nogent-le-Rotrou.
	Chartres.
	Dreux.
Manche	Saint-Lô.
	Avranches.
	Cherbourg.
Oise	Senlis.
Orne	Alençon.
	Argentan.
	Domfront.
Seine	Vincennes.
Seine-Infér.	Rouen.
	Le Havre.
Seine-et-Marne	Melun.
	Provins.
Seine-et-Oise	Pontoise.

(1) Y compris les poudres de chasse précédemment livrées par Sevran-Livry.

Digitized by Google

II. — Poudres pyroxylées.

POUDRERIE DE SEVRAN-LIVRY.

Tous les entrepôts de France, à l'exception de ceux desservis par la poudrerie de Saint-Chamas.

POUDRERIE DE SAINT-CHAMAS.

L'Algérie, la Corse et les entrepôts de France desservis par cette poudrerie.

III. — Coton azotique et coton-poudre de guerre.

Toutes les demandes doivent être adressées à la *Poudrerie nationale du Moulin-Blanc.*

IV. — Cartouches comprimées au coton-poudre et au nitrate d'ammoniaque pour mines grisouteuses.

POUDRERIE DE SAINT-MÉDARD.

Entrepôts des départements suivants :

Allier.	Creuse.	Lozère.
Alpes (Basses-).	Dordogne.	Puy-de-Dôme.
Alpes-Maritimes.	Gard.	Pyrénées (Basses-).
Ariège.	Garonne (Haute-).	Pyrénées (Hautes-).
Aude.	Gers.	Pyrénées-Orientales.
Aveyron.	Gironde.	Tarn.
Bouches-du-Rhône.	Hérault.	Tarn-et-Garonne.
Cantal.	Landes.	Var.
Charente.	Loire (Haute-).	Vaucluse.
Charente-Inférieure.	Lot.	Vienne (Haute-).
Corrèze.	Lot-et-Garonne.	Algérie.
Corse.		

POUDRERIE DE SEVRAN-LIVRY.

Entrepôts des départements suivants :

Ain.	Calvados.	Eure.
Aisne.	Cher.	Eure-et-Loir.
Alpes (Hautes-).	Côte-d'Or.	Finistère.
Ardèche.	Côtes-du-Nord.	Ille-et-Vilaine.
Ardennes.	Doubs.	Indre.
Aube.	Drôme.	Indre-et-Loire.

Digitized by Google

POUDRERIE DE SEVRAN-LIVRY.

Entrepôts des départements suivants (suite).

Isère.	Meuse.	Savoie (Haute-).
Jura.	Morbihan.	Seine.
Loir-et-Cher.	Nièvre.	Seine-Inférieure.
Loire-Inférieure.	Nord.	Seine-et-Marne.
Loiret.	Oise.	Seine-et-Oise.
Maine-et-Loire.	Orne.	Sèvres (Deux-).
Manche.	Pas-de-Calais.	Somme.
Marne.	Rhône.	Vendée.
Marne (Haute-).	Saône-et-Loire.	Vienne.
Mayenne.	Sarthe.	Vosges.
Meurthe-et-Moselle.	Savoie.	Yonne.

V. — Poudres de mine au nitrate d'ammoniaque et au nitrate de soude.

Toutes les demandes doivent être adressées à la *Poudrerie nationale d'Esquerdes.*

N° 183.

LOI DU 18 DÉCEMBRE 1893 SUR LES ASSOCIATIONS DE MALFAITEURS.

Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

ARTICLE PREMIER. — Les articles 265, 266 et 267 du code pénal sont remplacés par les dispositions suivantes :

« *Art.* 265. — Toute association formée, quelle que soit sa durée ou le nombre de ses membres, toute entente établie dans le but de préparer ou de commettre des crimes contre les personnes ou les propriétés, constituent un crime contre la paix publique.

» *Art.* 266. — Sera puni de la peine des travaux forcés à temps quiconque se sera affilié à une association formée ou aura participé à une entente établie dans le but spécifié à l'article précédent.

» La peine de la relégation pourra en outre être prononcée,

Digitized by Google

sans préjudice de l'application des dispositions de la loi du 30 mai 1854 sur l'exécution de la peine des travaux forcés.

» Les personnes qui se seront rendues coupables du crime mentionné dans le présent article seront exemptes de peine si, avant toute poursuite, elles ont révélé aux autorités constituées l'entente établie ou fait connaître l'existence de l'association.

» *Art.* 267. — Sera puni de la reclusion quiconque aura sciemment et volontairement favorisé les auteurs des crimes prévus à l'article 265 en leur fournissant des instruments de crimes, moyens de correspondance, logement ou lieu de réunion.

» Le coupable pourra en outre être frappé, pour la vie ou à temps, de l'interdiction de séjour établie par l'article 19 de la loi du 27 mai 1885.

» Seront, toutefois, applicables au coupable des faits prévus par le présent article les dispositions contenues dans le paragraphe 3 de l'article 266. »

ART. 2. — L'article 268 du code pénal est abrogé.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'Etat.

Fait à Paris, le 18 décembre 1893.

CARNOT.

Par le président de la République :

Le président du conseil, ministre des affaires étrangères,
CASIMIR-PERIER.

Le garde des sceaux, ministre de la justice,
ANTONIN DUBOST.

Le ministre de l'intérieur,
D. RAYNAL.

N° 186.

LOI DU 18 DÉCEMBRE 1893

portant modification et addition à l'article 3 de la loi du 19 juin 1871 sur les explosifs.

Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Digitized by Google

Article unique. — L'article 3 de la loi du 19 juin 1871 est modifié ainsi qu'il suit :

« Tout individu, fabricant ou détenteur, sans autorisation et sans motifs légitimes, de machines ou engins meurtriers ou incendiaires agissant par explosion ou autrement, ou d'un explosif quelconque, quelle que soit sa composition;

» Tout individu, fabricant ou détenteur, sans motifs légitimes, de toute autre substance destinée à entrer dans la composition d'un explosif, sera puni d'un emprisonnement de six mois à cinq ans et d'une amende de 50 à 3000 fr. »

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'Etat.

Fait à Paris, le 18 décembre 1893.

CARNOT.

Par le président de la République :

Le président du conseil, ministre des affaires étrangères,
CASIMIR-PERIER.

Le garde des sceaux ministre de la justice,
ANTONIN DUBOST.

Le ministre de l'intérieur,
D. RAYNAL.

ANNEXE AU DOCUMENT N° 186.

LOI DU 19 JUIN 1871

qui abroge le décret du 4 septembre 1870, sur la fabrication des armes à feu.

ARTICLE PREMIER. — Le décret du 4 septembre 1870, sur le commerce et la fabrication des armes de guerre, est abrogé.

ART. 2. — En attendant qu'une loi nouvelle ait statué définitivement sur la matière, les lois antérieures relatives à la fabrication, au commerce et à la détention des armes de guerre et autres armes prohibées, sont remises en vigueur.

ART. 3. — Tout individu fabricant ou détenteur, sans autorisation, de machines ou engins meurtriers ou incendiaires, agissant par explosion ou autrement, ou de poudre fulminante, quelle qu'en soit la composition, sera puni d'un emprisonnement de six mois à cinq ans et d'une amende de 50^{fr} à 3000^{fr}.

ART. 4. — Les dispositions de l'article 463 du Code pénal sont et demeurent applicables aux délits prévus par la présente loi.

Digitized by Google

N° 187.

RECRUTEMENT ET PRÉPARATION D'AGENTS DU SERVICE DES POUDRES ET SALPÊTRES POUR LA SURVEILLANCE DES DYNAMITERIES PRIVÉES.

(Lettre collective n° 1.)

Paris, le 5 janvier 1894.

Messieurs, je vous adresse, ci-joint, le programme des mesures à prendre en vue d'assurer le recrutement et la préparation d'agents du service des poudres et salpêtres pour la surveillance des dynamiteries privées.

Ce programme remplace et annule celui qui était joint à ma lettre collective n° 38, du 23 août 1883, et dont, pour diverses causes, l'application n'a pu être faite depuis plusieurs années.

Je vous prie, messieurs, de m'accuser réception de la présente lettre collective.

A. MERCIER.

PROGRAMME

des mesures à prendre en vue d'assurer le recrutement et la préparation d'agents du service des poudres et salpêtres pour la surveillance des dynamiteries privées.

ARTICLE PREMIER. — Les candidats aux emplois de surveillant de fabrique privée de dynamite seront choisis par l'inspecteur général, sur la proposition des directeurs des établissements, parmi les poudriers immatriculés et les ouvriers auxiliaires satisfaisant aux conditions suivantes :

Avoir au moins 25 ans d'âge et un an de présence dans l'établissement ;

Posséder une instruction primaire suffisante en lecture, écriture, calcul et géographie ;

Présenter toutes garanties de conduite et de moralité.

ART. 2. — Il sera justifié : 1° des conditions d'âge et de service, par la production de l'acte de naissance et du relevé des services du candidat ; 2° des conditions d'instruction, par des compositions écrites faites sous la direction d'un ingénieur, et comprenant une dictée, une copie à main posée de cette dictée et au moins deux problèmes d'arithmétique, et par un examen oral fait par l'inspecteur général en tournée ; 3° des conditions

Digitized by Google

de conduite et de moralité, par un certificat du maire de la résidence du candidat et par les notes détaillées données par le directeur.

ART. 3. — Les candidats agréés par l'inspecteur général devront, avant de pouvoir prétendre aux emplois de surveillant, accomplir un stage et satisfaire à des épreuves déterminées par les articles suivants.

ART. 4. — Le stage sera d'une durée de trois mois et aura lieu à la poudrerie de Sevran-Livry.

Dans cet établissement, les candidats suivront des leçons faites par un ingénieur, et ayant pour objet : le mode général de préparation des explosifs azotés; la fabrication, les propriétés et l'essai des dynamites; la législation spéciale de la dynamite, le service de surveillance et la tenue des écritures incombant aux préposés en France et à l'étranger. Ils seront, en outre, employés, tant au laboratoire de chimie qu'aux fabrications et épreuves d'explosifs azotés exécutées à Sevran-Livry. Ils seront, enfin, exercés dans les bureaux à la rédaction de rapports très simples sur l'objet de leurs travaux.

Ils subiront, pendant la dernière quinzaine de leur stage, les épreuves destinées à constater leur aptitude.

ART. 5. — Ces épreuves se feront devant une commission formée de l'inspecteur général et de deux ingénieurs désignés par le ministre et comprendront une composition écrite et un examen oral; la composition consistera dans la rédaction d'une lettre ou d'une note sur un sujet donné se rapportant aux fonctions de surveillant; l'examen portera sur les matières enseignées durant le stage. Les rapports fournis et les journaux tenus par les candidats durant leur stage seront soumis à l'inspecteur général par le directeur de la poudrerie, qui y joindra des notes détaillées sur la conduite, la moralité, l'intelligence et la manière de servir des candidats.

ART. 6. — La commission, d'après les notes, les travaux et les résultats des épreuves, décidera de l'aptitude des candidats et les classera par ordre de mérite.

ART. 7. — Les candidats déclarés aptes à remplir les emplois de surveillants seront, en attendant leur nomination, renvoyés dans les établissements auxquels ils étaient primitivement attachés.

ART. 8. — Ils seront nommés surveillants, au fur et à mesure des besoins, dans l'ordre qui leur aura été assigné à la suite des examens. Toutefois, quand les fabriques à pourvoir seront situées dans des localités où la connaissance d'une langue étrangère serait utile pour la bonne exécution du service de surveillance, il pourra être fait des choix hors tour en faveur des candidats qui connaîtraient cette langue.

Digitized by Google

ART. 9. — A défaut de candidats capables provenant des établissements du service des poudres et salpêtres, des candidats étrangers audit service pourront être admis à concourir, après un stage dont la durée variera avec l'étendue de leurs connaissances spéciales.

Paris, le 5 janvier 1894.

Le ministre de la guerre,
A. MERCIER.

N° 188.

EMBALLAGE DU PULVÉRIN DESTINÉ AUX ARTIFICIERS.

(Lettre collective n° 5.)

Paris, le 23 février 1894.

Messieurs, aux termes de la lettre collective n° 28, du 3 août 1885, le pulvérin destiné aux artificiers doit être livré dans des sacs imperméables et dans des barils, dits de 50^{kg}, contenant 35^{kg} de matière.

La plupart des entrepôts de la régie se refusant, avec raison, à détailler les livraisons de pulvérin, étant donné sa faible densité gravimétrique, il en est résulté que la quantité minimum de 35^{kg} de pulvérin qui peut être délivrée aux artificiers a été trouvée trop considérable, soit à cause du peu d'importance de certaines fabriques, soit parce que divers arrêtés d'autorisation n'admettent qu'un approvisionnement de poudre sensiblement inférieur à 35^{kg}.

J'ai décidé, en conséquence, après entente avec M. le ministre des finances, que les contenances et prix des enveloppes adoptées pour l'emballage du pulvérin seraient désormais fixés ainsi qu'il suit :

CONTENANCE en pulvérin.	NATURE ET PRIX DES ENVELOPPES.	
		fr
35^{kg}	Baril dit de 50^{kg}	7,00
	Sac en toile caoutchoutée	5,50
17,500	Baril dit de 25^{kg}	5,00
	Sac en toile caoutchoutée	3,25
10	Barillet dit de 20^{kg}	5,00
	Sac en toile caoutchoutée	2,75

Digitized by Google

Il me sera accusé réception de la présente lettre collective.

A. MERCIER.

N° 189.

STATISTIQUE DES ACCIDENTS.

(Lettre collective n° 6.)

Paris, le 2 mars 1894.

Messieurs, pour compléter les renseignements statistiques contenus dans la lettre collective n° 2, du 27 janvier 1892, je vous communique, ci-après, le relevé des accidents survenus, jusqu'à la fin de l'année 1893, aussi bien dans les poudreries nationales que dans les dynamiteries privées (Paulilles, Ablon et Cugny).

PÉRIODE.	NOMBRE DES OUVRIERS		PROPORTION des victimes par 1000 ouvriers et par année.
	employés.	tués.	
	I. — *Poudreries nationales.*		
1820-1872.....	7,167	26	3,63
1873-1883.....	16,091	42	2,61
1884-1893.....	24,106	18 (1)	0,75
	II. — *Dynamiteries privées.*		
1879-1893.....	2,187	35	16,00

(1) L'un des accidents n'a pas été causé par une explosion.

Il me sera accusé réception de la présente lettre collective.

A. MERCIER.

N° 190.

VÉRIFICATION DES INSTALLATIONS DES FABRIQUES ET DÉPOTS DE DYNAMITE.

(Lettre collective n° 9.)

Paris, le 2 avril 1894.

Messieurs, afin d'assurer l'exécution des décrets d'autorisation des fabriques et dépôts de dynamite qui stipulent que la vérifica-

Digitized by Google

tion des travaux d'installation sera faite sur l'ordre des préfets, par un ingénieur des mines ou des ponts et chaussées, avec le concours d'un ingénieur des poudres et salpêtres désigné par le ministre de la guerre, j'ai décidé que les circonscriptions attribuées à chacun des établissements du service des poudres et salpêtres seraient les mêmes que celles qui ont été fixées pour la surveillance technique des fabriques d'artifices et dont le tableau était joint à ma lettre collective n° 5, du 19 avril 1893.

Les directeurs desdits établissements devront donc déférer, sans nouvelle autorisation, à toute invitation qu'ils recevront des préfets pour l'objet ci-dessus visé. Ils m'adresseront une expédition des rapports établis par eux ou par les ingénieurs qu'ils auront délégués.

Il me sera accusé réception de la présente lettre collective, dont les dispositions sont immédiatement applicables.

A. MERCIER.

N° 191.

TRANSPORT PAR CHEMINS DE FER DES MUNITIONS DE SURETÉ ACCOMPAGNÉES D'UNE ARME.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

A MESSIEURS LES ADMINISTRATEURS DES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

Messieurs, à la suite d'une demande de la chambre de commerce de Saint-Étienne, les compagnies de chemins de fer ont été autorisées, par une décision ministérielle du 5 mai 1893, prise sur l'avis du comité de l'exploitation technique, à accepter dans les trains de voyageurs, aux conditions fixées par l'arrêté ministériel du 9 janvier 1888 pour le transport des munitions de sûreté (notamment en ce qui concerne l'emballage et le poids total de chaque caisse — 10^{kg} au maximum), les colis contenant une arme et 75 à 100 cartouches métalliques chargées.

La chambre de commerce a fait remarquer qu'étant donné le mode d'emballage prescrit pour les munitions de sûreté (caisses

Digitized by Google

en planches dont les parois doivent avoir au moins $0^m,18$ d'épaisseur), les colis renfermant un fusil ou une carabine et 75 à 100 cartouches pèsent plus de 5^{kg} et ne peuvent, par suite, être transportés comme colis postaux, ce qui occasionne aux fabricants d'armes un surcroît de dépenses préjudiciable à leur industrie. Elle demande, en conséquence, que ces sortes d'expéditions, qui ne présentent d'ailleurs aucun danger, puissent être faites comme les expéditions ordinaires.

J'ai soumis la question à M. le ministre de la guerre, qui a consulté à ce sujet la Commission des substances explosives instituée près de son département.

Sur l'avis de cette commission, et d'accord avec mon collègue, j'ai décidé que les conditions fixées par l'arrêté ministériel précité du 9 janvier 1888 pour le transport, par chemin de fer, des munitions de sûreté ne seront plus appliquées, à l'avenir, aux colis renfermant une arme et 75 à 100 cartouches métalliques chargées, et qu'il suffira que les cartouches jointes à l'arme soient emballées dans une petite caisse en bois spéciale, solidement fixée dans la caisse principale, et dont les parois pourront n'avoir que $0^m,008$ d'épaisseur. Il a paru, en effet, que la petite caisse de 1^{dmc} à 2^{dmc}, renfermant les cartouches, qui, seules, rentrent dans la catégorie des munitions de sûreté, se trouve, par le fait de la double enveloppe et malgré les dimensions des parois réduites ci-dessus spécifiées, dans des conditions de protection bien supérieures à celles qui correspondent aux conditions générales prévues pour des colis de poids quelconque de cette catégorie.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire, qui annule et remplace la décision ministérielle précitée du 5 mai 1893. J'en donne également connaissance aux fonctionnaires du contrôle chargés d'en surveiller l'exécution, aux départements ministériels intéressés et à MM. les préfets.

Recevez, messieurs, l'assurance de ma considération très distinguée,

Le ministre des travaux publics,

JONNART.

Digitized by Google

N° 192.

TRANSPORT PAR CHEMIN DE FER DES EXPLOSIFS FAVIER.

Paris, le 22 mai 1894.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

A MESSIEURS LES ADMINISTRATEURS DES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

Messieurs, la Commission des substances explosives, instituée auprès du ministère de la guerre, a été invitée à faire l'étude des poudres Favier au point de vue des transports, afin d'établir, d'après des données certaines, le classement qui devait leur être assigné et les mesures que comportait leur envoi par chemin de fer.

S'inspirant des conclusions des rapports présentés par cette commission, le comité de l'exploitation technique des chemins de fer, après en avoir délibéré, a émis l'avis suivant :

1° Les poudres Favier sont classées dans la troisième des catégories des substances inflammables ou explosibles établies par l'arrêté ministériel du 9 janvier 1888, et leur transport par chemin de fer sera assujetti à toutes les prescriptions dudit arrêté relatives à ces substances;

2° Si elles sont expédiées en cartouches, ces cartouches devront être dépourvues d'amorces. En outre, les caisses ou autres enveloppes contenant des poudres Favier ne devront pas renfermer d'autres matières explosibles;

3° Il est du reste interdit de charger les poudres Favier dans les wagons qui contiendraient des colis renfermant des détonateurs ou des fulminates;

4° Toutes réserves sont faites pour le cas où les explosifs Favier seraient ultérieurement modifiés dans leur composition et leurs propriétés, et cela sous la responsabilité des expéditeurs.

J'ai approuvé cet avis.

Je vous prie de vouloir bien m'accuser réception de la présente circulaire, qui annule et remplace les dépêche et circulaires des 3 juillet 1891 et 27 avril 1892, et dont je donne connaissance aux départements ministériels intéressés, aux préfets, aux inspecteurs

Digitized by Google

généraux du contrôle et à la Société française des poudres de sûreté, concessionnaire des brevets Favier.

Recevez, messieurs, l'assurance de ma considération très distinguée.

Le ministre des travaux publics,
JONNART.

N° 193.

VÉRIFICATION DES FABRIQUES ET DES DÉPÔTS DE DYNAMITE.

Paris, le 12 juin 1894.

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

(Circulaire n° 15.)

Monsieur le préfet, les décrets d'autorisation des fabriques et dépôts de dynamite stipulent que la vérification des travaux d'installation sera faite, sur l'ordre des préfets, par les ingénieurs des mines ou des ponts et chaussées, avec le concours d'un ingénieur des poudres et salpêtres désigné par le ministre de la guerre.

Afin d'assurer l'exécution de ces dispositions, et après entente avec M. le ministre de la guerre, les circonscriptions attribuées à chacun des établissements du service des poudres et salpêtres ont été fixées conformément au tableau ci-après (1). Vous aurez donc, lorsqu'il y aura lieu d'assurer l'exécution d'un des décrets ci-dessus visés, à vous reporter aux indications dudit tableau pour connaître l'établissement des poudres et salpêtres auquel vous aurez à vous adresser.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes,
LOURTIES.

---

(1) Voir ci-dessus les documents nos 174 et 190.

Digitized by Google

N° 194.

FEUILLE ADDITIVE DU 29 JUIN 1894 A L'INSTRUCTION DU 4 NOVEMBRE 1891

sur les conditions de réception du coton-poudre fabriqué par le service des poudres et salpêtres pour le département de la marine (1).

Ajouter à la fin de l'article 3 :

« Les colis composant les lots soumis à la réception seront, avant la clôture du procès-verbal, plombés au moyen d'une pince spéciale fournie par le département de la marine et confiée à son représentant ».

Annexe n° 1, aux conditions relatives aux charges d'amorce pour torpilles automobiles, après :

« Les charges sont livrées dans les étuis fournis par la marine », ajouter :

« Lorsque les cylindres d'amorce devront être livrés isolément à l'état humide, leur diamètre extérieur devra être compris entre $44^{mm},4$ et 45^{mm}, leur hauteur étant de 25^{mm} avec une tolérance en plus ou en moins de $0^{mm},6$ ».

Proposé à l'approbation du ministre :

Le capitaine de vaisseau,
chef du service des défenses sous-marines.
P. LE MERCIER.

Approuvé :

Paris, le 29 juin 1894.

Le ministre de la marine,
F. FAURE.

---

(1) Voir 6 *16.

Digitized by Google

N° 195.

SURVEILLANCE TECHNIQUE DES FABRIQUES D'ARTIFICES.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Lettre commune n° 89, du 31 juillet 1894.)

Monsieur le directeur, par la circulaire n° 59, du 3 juin 1893 (1), l'administration a fait connaître les dispositions arrêtées de concert entre les départements de l'intérieur, de la guerre et des finances, à l'effet d'organiser la surveillance technique des fabriques d'artifices.

La même instruction a déterminé les opérations auxquelles peuvent se livrer les artificiers, sans enfreindre les lois constitutives du monopole.

Toutefois, des irrégularités ayant été constatées par des ingénieurs des poudres et salpêtres, au cours de leur première tournée d'inspection, il paraît nécessaire de préciser sur quelques points les instructions antérieures :

1° La fabrication de toutes pièces de *poussier, pulvérin* ou *flamboyure* doit être interdite, sauf dans le cas où il serait démontré que le mélange nécessaire pour la préparation des artifices ne peut être obtenu par voie de surdosage du pulvérin fourni par l'État. A cet égard, il est à présumer que la mise en vente d'un second type de pulvérin, qui est actuellement à l'étude, permettra de supprimer cette réserve;

2° Les seules poudres grenées qui doivent être mises à la disposition des artificiers sont les *poudre de guerre à canon* ou *à mousquet,* dites d'*ancienne fabrication*. Par suite, l'emploi des *poudres de mine* de toute espèce (rondes à grains anguleux, anguleuses, fin grain) doit être interdit. Il ne pourrait en être délivré aux artificiers que dans les circonstances tout exceptionnelles prévues par la circulaire n° 431 de 1885 (2). Il n'y aurait

(1) Voir 7 *95.

(2) Dans le cas où les entrepôts ne seraient pas approvisionnés en poudres de guerre à canon ou à mousquet.

Digitized by Google

pas lieu, toutefois, de faire d'objections à l'emploi des *poudres de chasse* (la poudre de carabine exceptée), dont le prix de vente est notablement supérieur à celui des poudres de guerre d'ancienne fabrication;

3° La fabrication de poudres grenées, soit de toutes pièces, soit au moyen du pulvérin de l'État, doit être interdite;

4° Certaines fabriques se procurent, à prix réduit, auprès des municipalités, des poudres de guerre neuves ou de démolition (nouveaux types), que les établissements de l'artillerie sont autorisés à délivrer aux communes pour la célébration des fêtes publiques ou locales et le tir à la cible des sapeurs-pompiers. La délivrance de ces poudres aux artificiers doit être interdite;

5° Il en est de même des achats de poudre de guerre aux stands et aux sociétés de tir;

6° Jusqu'à ce que la question de la mise en vente d'un nouveau type de pulvérin ait reçu une solution définitive, il n'y aura pas lieu d'insister sur l'interdiction de l'emploi du tonneau de trituration pour les manipulations tolérées dans les fabriques d'artifices. Mais il conviendra de signaler aux artificiers que la fabrique la plus importante de France, celle de MM. Delaperrière et Dida, considère la suppression complète du tonneau comme compatible avec une fabrication régulière, et de les engager à entreprendre des essais en vue d'obtenir toutes les flamboyures et compositions de fusées, par voie de mélange au tamis de matières convenables.

Vous êtes prié de donner au service des instructions dans ce sens.

Recevez, monsieur le directeur, l'assurance de mes sentiments de considération et d'attachement.

Le conseiller d'État, directeur général,
A. CATUSSE.

Digitized by Google

N° 196.

ARRÊTÉ DU 11 OCTOBRE 1894,

concernant les versements à la caisse des retraites pour la vieillesse.

LE MINISTRE DE LA GUERRE,

Vu la loi du 20 juillet 1886, réorganisant la caisse nationale de retraite pour la vieillesse créée par la loi du 18 juin 1850;

Vu le décret du 28 décembre 1886, portant règlement de ladite caisse;

Considérant qu'il importe de faire profiter des bénéfices accordés par la caisse nationale des retraites les commis, ouvriers et ouvrières employés au titre auxiliaire dans les établissements du service des poudres et salpêtres, et de leur assurer ainsi, pour leur vieillesse, des rentes viagères servies et garanties par l'État et correspondant, autant que possible, à la durée de leurs services dans l'administration de la guerre;

Vu le rapport du directeur du service des poudres et l'avis donné par le directeur du contrôle;

ARRÊTE :

ARTICLE PREMIER. — A partir du 1er octobre 1894, des versements à la caisse nationale des retraites pour la vieillesse seront effectués au profit des commis, ouvriers et ouvrières qui, employés au titre auxiliaire dans les établissements du service des poudres et salpêtres, n'acquièrent aucun droit à une pension civile en vertu de la loi du 9 juin 1853.

Ces dispositions ne profiteront pas à ceux qui ne sont employés que d'une manière essentiellement temporaire.

Les commis, ouvriers et ouvrières admis dans ces conditions seront prévenus, à leur entrée, de cette situation.

Pour les nouveaux admis, la mesure ne sera appliquée qu'à partir du commencement d'un trimestre et après une présence de six mois au moins, ayant permis de reconnaître leur aptitude au service et leur bonne conduite.

Elle deviendra obligatoire au bout d'une année de service dans l'établissement.

Les versements à la caisse nationale des retraites pour la vieillesse, bien qu'effectués en faveur des agents devant vraisemblablement rester attachés d'une manière suivie aux établissements

Digitized by Google

précités, ne constituent aucun droit à un maintien permanent ou définitif.

ART. 2. — Les versements seront effectués d'après les bases suivantes : 3fr par mois pour les salaires mensuels de 60fr et au-dessous; 6fr par mois pour ceux de plus de 60fr et de moins de 150fr; 9fr par mois pour ceux de 150fr et au-dessus.

Ces versements seront pour moitié à la charge des intéressés et prélevés sur leur traitement ou salaire; quant à l'autre moitié, elle sera supportée par l'État.

La partie des versements imputée à l'État sera décomptée d'une manière distincte sur les états de payement.

ART. 3. — Les versements seront faits en fixant l'entrée en jouissance de la pension viagère à l'âge de 60 ans.

Toutefois, reste acquis aux intéressés le bénéfice de l'art. 11 de la loi du 20 juillet 1886, qui permet, dans le cas de blessures graves ou d'infirmités prématurées régulièrement constatées, entraînant incapacité absolue de travail, de liquider la pension même avant 55 ans et en proportion des versements faits.

L'entrée en jouissance pourra être retardée par l'administration d'année en année jusqu'à 65 ans, pour les personnes qui resteraient en activité de service au delà de 60 ans. Ce retard accroîtra la rente viagère, conformément aux tarifs de la caisse des retraites.

ART. 4. — Les versements seront faits à capital réservé ou à capital aliéné, au choix des intéressés, d'après leur déclaration écrite.

ART. 5. — En cas de mariage, les versements profitent par moitié à chaque conjoint, conformément aux dispositions de l'art. 13 de la loi du 20 juillet 1886, sauf s'il y a séparation de corps ou de biens ou divorce.

La portion qui revient au conjoint n'appartenant pas à l'administration sera versée dans les conditions qu'il indiquera par écrit, au sujet de la réserve ou de l'aliénation du capital, ainsi que de l'âge qu'il choisira pour la retraite à partir de 55 ans au moins.

ART. 6. — Les titulaires des livrets de retraite pourront accroître volontairement leurs versements, en ajoutant au prélèvement opéré sur leur salaire telle somme qu'ils indiqueront en

Digitized by Google

temps utile, ces versements volontaires ne devant comporter, en aucun cas, de contribution imputable à l'État.

ART. 7. — Les agents qui seront pourvus par la suite d'un emploi qui les assujettirait aux versements prescrits par la loi du 9 juin 1853 cesseront d'être compris dans les versements effectués à la caisse nationale des retraites pour la vieillesse, à moins qu'ils ne veuillent les continuer dans les conditions déterminées à l'art. 9 ci-après. S'ils cessent de verser, leurs livrets leur seront remis pour jouir ultérieurement des rentes viagères qui y seront inscrites.

ART. 8. — En raison de la faiblesse des résultats que produisent des versements minimes effectués pendant une période trop courte et trop voisine de la retraite, les versements des commis, ouvriers et ouvrières, âgés de 50 à 55 ans à l'époque de leur premier versement, seront exclusivement effectués à capital aliéné.

Les intéressés âgés de plus de 55 ans révolus à cette date seront admis à demander que les dépôts qui les concernent soient faits à la caisse nationale d'épargne, au lieu de l'être à la caisse nationale des retraites pour la vieillesse.

ART. 9. — Pour les employés ou agents déjà en possession d'une pension de retraite militaire ou civile, il pourra être opéré, sur leur traitement ou salaire, tel prélèvement qu'ils désireront pour être versé à la caisse nationale des retraites pour la vieillesse, mais l'État n'en prendra aucune part à sa charge.

ART. 10. — Les directions du service des poudres et salpêtres et du contrôle sont chargées, chacune en ce qui la concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Paris, le 11 octobre 1894.

A. MERCIER.

N° 197.

VERSEMENTS A LA CAISSE DES RETRAITES POUR LA VIEILLESSE.

(Lettre collective n° 11.)

Paris, le 11 octobre 1894.

Messieurs, l'arrêté du 11 octobre 1894 fixe les conditions nouvelles des versements à effectuer à la caisse des retraites pour la

Digitized by Google

vieillesse, à dater du 1er octobre courant, au profit du personnel auxiliaire du service des poudres et salpêtres.

J'invite les directeurs des établissements à assurer, en ce qui les concerne, l'exécution de cet arrêté, dont les dispositions seront portées, par la voie de l'ordre, à la connaissance du personnel.

Ces dispositions consistent essentiellement dans la fixation à 3fr, 6fr et 9fr des taux des versements à effectuer pour les trois catégories ci-après de salaires mensuels : 60fr et au-dessous, de 60fr à 150fr, 150fr et au-dessus, l'État prenant à sa charge la moitié desdits versements.

Les nouveaux tarifs auront pour conséquence une diminution appréciable des retenues actuellement prélevées sur une certaine catégorie de salaires. D'autre part, il est évident qu'avec des versements en général égaux à ceux qu'ils effectuaient antérieurement (les salaires moyens étant compris entre 75fr et 100fr par mois), les ouvriers auront droit à une rente viagère double de celle à laquelle ils pouvaient prétendre jusqu'à ce jour.

En signalant au personnel des établissements ces résultats dans lesquels il verra un nouveau témoignage des efforts poursuivis en vue d'améliorer sa situation, les directeurs devront, en outre, appeler son attention la plus sérieuse sur l'intérêt que présentent, pour les ouvriers qui ont des charges de famille, les versements facultatifs à la caisse d'assurance en cas de décès, qui a été créée par la loi du 11 juillet 1868 et qui, comme la caisse des retraites pour la vieillesse, est gérée par la caisse nationale des dépôts et consignations.

Les dispositions des lettres collectives n° 30 du 23 juin 1882 et n° 11 du 7 avril 1884 sont abrogées en ce qu'elles ont de contraire à l'arrêté du 11 octobre 1894.

Je vous prie, messieurs, de m'accuser réception de la présente lettre collective.

A. MERCIER.

Digitized by Google

N° 198.

ARRÊTÉ DU 29 OCTOBRE 1894,

fixant les prix de vente des poudres à feu destinées à l'exportation.

(Inséré au *Journal officiel* du 8 novembre 1894.)

LE MINISTRE DES FINANCES,

Vu le décret du 21 mai 1886, relatif à l'exportation des poudres à feu ;

Vu l'arrêté du 26 mai 1886 ;

Vu l'avis du ministre de la guerre ;

Vu les traités des 20 novembre 1815 et 24 mars 1860 qui ont placé le pays de Gex et la partie neutralisée de la Haute-Savoie en dehors de la ligne des douanes,

ARRÊTE :

ARTICLE PREMIER. — Les prix des poudres à feu destinées à l'exportation (1) sont fixés ainsi qu'il suit, pour toute commande dont la valeur atteint au moins 100fr :

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX par kilogramme à payer par l'exportateur.	OBSERVATIONS.
			fr c	
Poudres de commerce extérieur..		ordinaire.....	0,625	Y compris l'emballage pour les barillages non plombés contenant au moins 11kg,25.
		forte.....	0,66	
Poudres de mine	ordinaire.	ronde.....	0,75	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu, à l'état de cartouches comprimées ou à celui de mèches de sûreté.
		anguleuse.....	0,80	
		fin grain.....	1,20	
	forte.....	ronde.....	0,80	
		anguleuse.....	0,85	
		fin grain.....	1,25	
	lente.....	grenée.....	0,63	
		non grenée.....	0,65	
	au nitrate d'ammoniaque...		1,50	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état de cartouches comprimées.
	au nitrate de soude.....		0,80	

(1) L'exportation s'entend des envois à l'étranger ou dans les colonies et possessions françaises, l'Algérie et la Tunisie exceptées.

Digitized by Google

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX par kilogramme à payer par l'exportateur.	OBSERVATIONS.
			fr c	
Poudres de mine (suite).	Cartouches comprimées au coton-poudre et au nitrate d'ammoniaque.....	N° 1...	2,20	Non compris l'encaissage.
		N° 2...	2,50	
Poudres de guerre.	Ancienne fabrication (1)...		1,00	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu ou à l'état de cartouches ou de pièces d'artifices.
	Nouveaux types (2)	à canon. noires..	1,40	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu ou de munitions confectionnées.
		à canon. brunes.	1,85	
		à fusil.....	1,50	
	dites BN (3), à canon ou à fusil.....		9,50 (4)	
Poudres de chasse	livrées en boîtes.	ordinaire (fine).	2,00	Non compris l'encaissage. Destinées à être exportées en boîtes ou à l'état de cartouches.
		forte (superfine).	2,90	
		spéciale (extra-fine).....	3,25	
	livrées à nu dans des barils.	ordinaire (fine).	1,50	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état de cartouches.
		forte (superfine).	1,75	
		spéciale (extra-fine).....	2,00	
	pyroxylées, livrées en boîtes (types S et J).....		14,00	Non compris l'encaissage. Destinées à être exportées en boîtes ou à l'état nu, ou à l'état de cartouches.
Coton azotique (pour dynamites).....		N° 1...	5,25	Non compris l'encaissage.
		N° 2...	3,40	

(1) Cette désignation s'applique aux anciens types *dits* à canon et à mousquet.

(2) L'exportation de ces poudres pourra être suspendue par un arrêté du ministre de la guerre.

(3) Les poudres de guerre *dites* BN sont des poudres à grande puissance balistique, destinées aux fusils de petit calibre et aux canons de tous calibres. L'exportation pourra en être suspendue par arrêté ministériel

(4) Pour les commandes de poudre BN égales ou supérieures à 25 000^{kg}, ce prix sera déterminé comme ci-après :

9^{fr} par kilogramme, de 25 000^{kg} inclus à 50 000^{kg} ;

8^{fr},50 par kilogramme, de 50 000^{kg} inclus à 75 000^{kg} ;

8^{fr} par kilogramme, de 75 000^{kg} inclus à 100 000^{kg} ;

7^{fr},50 par kilogramme, à partir de 100 000^{kg} et au-dessus.

Digitized by Google

ESPÈCES DE POUDRES.		PRIX par kilogramme à payer par l'exportateur.	OBSERVATIONS.
		fr c	
Coton-poudre de guerre (5)	en charges comprimées.....	6,50	
	en pâte.....	4,50	
Cordeaux détonants au coton-poudre.	métallique par mètre courant.....	0,50	Non compris l'encaissage.
	souple par mètre courant..	0,90	

(5) L'exportation du coton-poudre de guerre pourra également être suspendue par un arrêté du ministre de la guerre.

ART. 2. — Les types de poudre de guerre dont l'exportation est autorisée sont les suivants :

Anciens types : poudres de guerre *dites* à canon et à mousquet;

Nouveaux types : poudres à canon, noires C_1, C_2, SP_1, SP_2, A 26/34, A 30/40, R, prismatiques ; brunes, prismatiques PB ;

Poudres à fusil F_1, F_2, F_3 ;

Poudres BN à canon et à fusil ;

Coton-poudre de guerre en charges comprimées ou en pâte.

ART. 3. — Les prix d'exportation fixés pour les poudres de mine, de guerre, de chasse et pour le coton azotique sont applicables aux explosifs de même espèce vendus par la régie dans le pays de Gex et dans la zone neutralisée de la Haute-Savoie.

ART. 4. — Les poudres de commerce extérieur vendues exclusivement pour l'exportation par la voie maritime pourront être livrées en barillets, dont les contenances sont indiquées au tableau ci-après avec les plus-values par 100^{kg} de poudre.

Digitized by Google

DÉNOMINATION DES BARILLAGES.		CONTENANCE nominale.	PLUS-VALUE à payer par 100kg de poudre.
1		2	3
		kg	fr c
BARILS	Baril	45,000	»
	Demi-baril	22,500	»
	Quart de baril	11,250	»
BARILLETS	Cinquième de baril	9,000	1,50
		8,000	2,00
	Sixième de baril	7,500	2,00
		7,000	3,00
		6,000	6,00
		5,000	8,00
	Dixième de baril	4,500	8,00
		4,000	9,00
	Douzième de baril	3,600	10,00
		3,150	11,00
	Vingtième de baril	2,700	12,00
		2,250	14,50
		2,000	16,50
	Vingt-cinquième de baril	1,800	19,00
	Trentième de baril	1,500	23,00
	Trente-troisième de baril	1,350	24,50
	Quarantième de baril	1,125	33,50
	Cinquantième de baril	0,900	40,00

ART. 5. — Les poudres de mine pourront être également livrées en barils et sacs *dits* de commerce extérieur dont les contenances nominales (1) et les prix sont indiqués dans le tableau ci-après :

(1) Les poids de poudre contenus dans les divers types de barils et barillets pourront différer des contenances nominales, sur la demande des consommateurs et dans les limites compatibles avec la contenance réelle du barillage.

Digitized by Google

DÉSIGNATION DES BARILLAGES.		CONTENANCE nominale.	PRIX du baril ou barillet.	PRIX du sac.
1		2	3	4
		kg	fr c	fr c
BARILS	Baril	45,000	2,50	0,75
	Demi-baril	22,500	2,00	0,50
	Quart de baril	11,250	1,25	0,35
BARILLETS	Cinquième de baril	9,000	1,00	0,25
	Sixième de baril	7,500	0,85	0,25
	Dixième de baril	4,500	0,70	0,20
	Douzième de baril	3,750	0,60	0,20
	Vingtième de baril	2,250	0,50	0,15
	Vingt-cinquième de baril	1,800	0,45	0,15
	Trentième de baril	1,500	0,40	0,15
	Trente-troisième de baril	1,350	0,40	0,10
	Quarantième de baril	1,125	0,35	0,10
	Cinquantième de baril	0,900	0,30	0,10

ART. 6. — Les barillets désignés dans la colonne 6 des deux tableaux qui précèdent (art. 4 et 5) pourront contenir des poids de poudre variables entre 9^{kg} et $0^{kg},900$. Les plus-values à payer pour les contenances intermédiaires entre deux chiffres consécutifs de la colonne 2 seront égales à celles correspondant à la contenance immédiatement inférieure.

ART. 7. — Le présent arrêté sera déposé au bureau du contreseing pour être notifié à qui de droit. Il sera publié au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 29 octobre 1894.

R. POINCARÉ.

ANNEXE AU DOCUMENT N° 198.

FIXATION POUR 1894
des prix de vente des poudres d'exportation.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Circulaire n° 105 du 8 novembre 1894.)

En exécution de l'article 11 du décret du 21 mai 1886, un arrêté du

Digitized by Google

ministre des finances, en date du 29 octobre dernier, dont le texte est reproduit à la suite de la présente circulaire, a fixé les prix de vente des poudres destinées à être exportées et a déterminé les espèces de poudre de guerre admises à l'exportation.

Les modifications apportées par l'arrêté susvisé aux conditions précédemment en vigueur sont les suivantes :

Le prix de vente des poudres de guerre à canon brunes a été fixé à $1^{fr},85$ le kilogramme au lieu de $1^{fr},75$, et celui des poudres de chasse fortes livrées en boîtes, à $2^{fr},90$ au lieu de $2^{fr},75$.

La régie a été autorisée à vendre pour l'exportation un nouveau type de coton azotique désigné sous le n° 2 et qui sera livré au prix de $3^{fr},40$ e kilogramme.

En outre, la liste des explosifs à exporter a été augmentée d'un nouveau produit : les cordeaux détonants au coton-poudre, dont le prix de vente a été fixé, par mètre courant, à $0^{fr},50$ pour le cordeau métallique et à $0^{fr},90$ pour le cordeau souple.

En vue de faciliter l'exportation des poudres de guerre *dites* BN, il a été consenti, pour les commandes de poudres de cette espèce dépassant $25\,000^{kg}$, une réduction du prix de vente calculée d'après un tarif décroissant fixé par l'arrêté susvisé.

Enfin, il a été réglé que les poudres de mine destinées à l'exportation pourraient être livrées en barils et sacs *dits* de commerce extérieur dont les contenances nominales et les prix sont indiqués à l'article 5 de l'arrêté.

Pour les indications générales relatives à l'exportation des poudres, le service continuera à se reporter à la circulaire n° 432, du 6 juin 1886, ainsi qu'à la notice imprimée à la suite de la circulaire n° 580, du 1er février 1890.

Il est bien entendu que les prix fixés par l'arrêté du 29 octobre 1894 sont applicables dans les délais légaux d'exécution, c'est-à-dire un jour franc après l'arrivée du *Journal officiel* au chef-lieu du département.

Le conseiller d'État, directeur général,

A. CATUSSE.

Digitized by Google

N° 199.

ARRÊTÉ DU 29 OCTOBRE 1894

fixant le prix des poudres à feu que la régie des contributions indirectes livrera aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

(Inséré au *Journal officiel* du 8 novembre 1894.)

LE MINISTRE DES FINANCES,

Vu le décret du 21 mars 1886, relatif à l'exportation des poudres à feu ;
Vu l'arrêté du 26 mai 1886;
Vu l'avis du ministre de la guerre,

ARRÊTE :

ARTICLE PREMIER. — Les prix des poudres à feu que la régie des contributions indirectes livrera, sous le régime de l'exportation, aux gouvernements des colonies françaises et des pays de protectorat sont fixés ainsi qu'il suit :

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX de cession aux gouvernements des colonies et pays de protectorat (par 100kg).
			fr
Poudres de mine	ordinaires	ronde	70,00
		anguleuse	80,00
		fin grain	115,00
	fortes	ronde	75,00
		anguleuse	85,00
		fin grain	120,00
	lentes	grenée	65,00
		non grenée	65,00
Poudres dites de sûreté	au nitrate d'ammoniaque		150,00
	au nitrate de soude		80,00
Poudres en cartouches	au coton-poudre et au nitrate d'ammoniaque	N° 1	220,00
		N° 2	250,00

Digitized by Google

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX de cession aux gouvernements des colonies et pays de protectorat (par 100kg).
			fr c
Poudres de chasse	ordinaires	barils	135,00
		grosses boîtes	170,00
		petites boîtes	200,00
	fortes	barils	160,00
		grosses boîtes	205,00
		petites boîtes	290,00
	spéciales	barils	170,00
		grosses boîtes	210,00
		petites boîtes	300,00
	pyroxylées	type S : grosses boîtes / petites boîtes	1000,00
		type J : grosses boîtes / petites boîtes	1000,00
Poudres de guerre	noires	ancien type : fusil et canon	100,00
		nouveaux types : fusil	145,00
		nouveaux types : canon	135,00
	brunes prismatiques : canon		185,00
	BN dites *sans fumée* : fusil et canon		750,00
Coton-poudre	comprimé	pour torpilles	530,00
		grandes formes	420,00
		petites formes	650,00
	en pâte n° 1		400,00
	azotique	N° 1	525,00
		N° 2	340,00
Cordeaux détonants	métallique	le mètre courant.	0,50
	souple	le mètre courant.	0,90

ART. 2. — Les conditions d'emballage et toutes les stipulations quelconques relatives aux poudres admises à l'exportation sont applicables aux poudres livrées aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

ART. 3. — Le présent arrêté sera déposé au bureau du contreseing pour être notifié à qui de droit. Il sera publié au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 29 octobre 1894.

R. POINCARÉ.

Digitized by Google

ANNEXE AU DOCUMENT N° 199.

LIVRAISON DE POUDRES AUX GOUVERNEMENTS DES COLONIES ET PAYS DE PROTECTORAT.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Lettre commune n° 92, du 20 novembre 1894.)

Monsieur le directeur, en vue de favoriser la vente des poudres françaises dans les colonies et les pays de protectorat, un arrêté du ministre des finances, du 29 octobre 1894, dont le texte est reproduit à la suite de la présente lettre commune, a consenti, en faveur des gouvernements de nos colonies et des pays de protectorat, des prix exceptionnellement réduits sur les espèces de poudres que l'administration est autorisée à livrer auxdits gouvernements.

Les conditions d'emballage et toutes les stipulations quelconques relatives aux poudres d'exportation sont applicables aux poudres qui font l'objet de l'arrêté ci-après.

Des instructions spéciales pour le recouvrement des livraisons faites aux gouvernements dont il s'agit devront être demandées à l'administration sous le timbre de la présente, lors de la première commande de l'espèce qui sera reçue par les entreposeurs. Cette demande d'instructions ne devra, en aucune façon, retarder la livraison des matières.

Recevez, monsieur le directeur, l'assurance de mes sentiments de considération et d'attachement.

Le conseiller d'État, directeur général,

A. CATUSSE.

N° 200.

DÉCRET DU 30 OCTOBRE 1894 autorisant la mise en vente d'un nouveau type de coton azotique.

(Inséré au *Journal officiel* du 8 novembre 1894.)

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Vu la loi du 16 mars 1819;

Sur le rapport des ministres des finances et de la guerre,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — L'administration des contributions indi-

Digitized by Google

rectes est autorisée à mettre en vente, pour la préparation des dynamites-gommes, un type spécial de coton-poudre azotique dit *coton azotique n° 2*, au prix de 3fr, 40 par kilogramme de coton azotique sec (transport compris).

ART. 2. — Ce prix de vente est applicable à l'Algérie.

ART. 3. — Le ministre des finances est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et *au Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 30 octobre 1894.

CASIMIR-PERIER.

Par le Président de la République :

Le ministre des finances,

R. POINCARÉ.

ANNEXE AU N° 200.

COTON AZOTIQUE. — MISE EN VENTE D'UN NOUVEAU TYPE.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Circulaire n° 106, du 20 novembre 1894.)

Un décret en date du 30 octobre 1894, dont le texte est reproduit à la suite de la présente circulaire, a autorisé l'administration à mettre en vente, pour la préparation des dynamites-gommes, un type spécial de coton-poudre azotique *dit* coton azotique n° 2.

Le prix de ce produit est fixé à 3fr, 40 par kilogramme de coton sec (transport compris).

Le coton azotique n° 2 sera vendu aux fabricants de dynamite concurremment avec l'ancien type de coton azotique dénommé coton azotique n° 1 et dont le prix reste provisoirement fixé à 5fr, 25 le kilogramme.

Les deux types de coton azotique continuent d'être fabriqués à la poudrerie du Moulin-Blanc (Finistère), où les entreposeurs devront, le cas échéant, adresser leurs demandes.

Le conseiller d'État, directeur général,

A. CATUSSE.

Digitized by Google

N° 201.

NOTE MINISTÉRIELLE

relative à l'application, dans les établissements militaires, de la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des femmes, des enfants et des filles mineures dans les établissements industriels.

(C. min.; correspondance générale.)

Paris, le 31 octobre 1894.

Le ministre de la guerre, d'accord avec M. le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes et la commission supérieure du travail, arrête les dispositions suivantes en ce qui concerne l'application, dans les établissements militaires, de la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des femmes, des enfants et des filles mineures dans les établissements industriels.

La loi dont il s'agit est obligatoire pour les établissements de la guerre, au point de vue des conditions du travail.

Cette loi n'a pas abrogé toutefois les dispositions de la loi du 8-10 juillet 1791 et du décret du 24 décembre 1811 qui ont confié à titre exclusif, au ministre de la guerre et à ses agents, la police intérieure des bâtiments et établissements militaires.

En conséquence de ce qui précède, les directeurs des établissements de tous les services de la guerre seront responsables vis-à-vis du ministre de l'exécution des prescriptions de ladite loi du 2 novembre 1892.

Les officiers du service de santé militaire continueront à visiter les ateliers dans les conditions prescrites par la lettre collective n° 152 du 23 octobre 1884, insérée au *Bulletin officiel* du ministère de la guerre (partie réglementaire, 2e semestre 1884, page 621), afin de pouvoir présenter, s'il y a lieu, leurs observations sur les questions d'hygiène et remplir aussi, le cas échéant, la mission qui, aux termes de la loi dont il s'agit, incombe à des membres du corps médical.

L'inspection des établissements sera dévolue aux directeurs des services des régions ou des corps d'armée et aux inspecteurs généraux des armes et services.

Dès lors, les prescriptions des articles contenus dans les sections VI, VII et VIII de la loi de 1892 ne seront pas applicables aux

Digitized by Google

établissements militaires, dont l'entrée restera interdite aux inspecteurs civils.

Il n'y aura pas lieu, par suite, de se conformer aux dispositions concernant les détails des relations avec ces fonctionnaires (art. 11, premier et deuxième alinéas; art. 15, dernier alinéa).

Les certificats à délivrer en cas d'accident seront établis comme il est dit dans la loi, mais dans la forme des certificats d'origine de blessure. Ils seront certifiés par le directeur de l'établissement et non par l'autorité municipale.

Ces certificats seront remis aux intéressés.

Une copie certifiée conforme en sera conservée à l'établissement sur un registre spécial.

Le 5 janvier de chaque année, chaque directeur d'établissement adressera au ministre (cabinet, correspondance générale), en double expédition, deux états contenant des renseignements statistiques sur le nombre, le sexe, l'âge des ouvriers employés dans l'établissement, la durée du travail et des repos, et sur les accidents survenus pendant le cours de l'année précédente. Ces états seront conformes aux modèles ci-annexés.

Dans le cas où des circonstances exceptionnelles paraîtraient devoir nécessiter, pour des commandes urgentes, l'organisation d'un travail de nuit incombant habituellement à des enfants âgés de moins de 18 ans, à des filles mineures ou à des femmes, les directeurs des établissements en référeront au ministre, qui avisera aux mesures à prendre.

Les observations ou propositions que les directeurs jugeraient utile de faire pour l'exécution des dispositions qui précèdent seront adressées au ministre, sous le timbre des bureaux desquels ressortissent les établissements.

Digitized by Google

MINISTÈRE DE LA GUERRE.

APPLICATION DE LA LOI DU 9 SEPTEMBRE 1848 ET DE LA LOI DU 2 NOVEMBRE 1892

DANS LES ÉTABLISSEMENTS DU MINISTÈRE DE LA GUERRE.

Renseignements statistiques. — Année 189 .

DÉPARTEMENT	DÉSIGNATION de l'établissement.	NOMBRE D'ENFANTS						NOMBRE				DURÉE DU TRAVAIL EFFECTIF.				DURÉE TOTALE DES REPOS.	JOUR DU REPOS hebdomadaire.	OBSERVATIONS.
		de 12 à 13 ans ayant le certificat médical et le certificat d'études (1882).		de 13 à 16 ans.		de 16 à 18 ans.		des filles et femmes de 18 à 21 ans.	des femmes et filles majeures.	des ouvriers adultes.	total des ouvriers.	Enfants de 12 à 16 ans.	Enfants de 16 à 18 ans.	Filles mineures et femmes.	Hommes.			
		Garçons	Filles	Garçons	Filles	Garçons	Filles											

Digitized by Google

MINISTÈRE DE LA GUERRE.

APPLICATION DE LA LOI DU 2 NOVEMBRE 1892

DANS LES ÉTABLISSEMENTS DÉPENDANT DU MINISTÈRE DE LA GUERRE.

Établissement d

STATISTIQUE DES ACCIDENTS POUR L'ANNÉE 189 .

Accidents d'après leurs causes matérielles. TABLEAU A.

DÉSIGNATION des ateliers.	Moteurs.	Transmissions.	Machines, outils, métiers, etc.	Ascenseurs, grues, appareils de levage.	Chaudières à vapeur, autoclaves, etc.	Explosifs (poudre, dynamite, etc.).	Matières incandescentes, brûlantes, corrosives.	Éboulements, chutes d'objets.	Chute (de l'ouvrier, du haut d'une échelle, d'un échafaudage, dans des excavations, etc.	Manutention des fardeaux.	Conduite des voitures, accidents causés par les animaux, etc.	Outils à main (marteaux, haches, scies, rabots, etc.	Causes diverses.	TOTAUX.

Digitized by Google

Accidents d'après l'âge et le sexe des victimes. TABLEAU B.

DÉSIGNATION des ateliers.	ENFANTS au-dessous de 18 ans.		FILLES mineures et femmes de 18 à 21 ans.	FEMMES adultes.	HOMMES adultes.	TOTAUX.
	Garçons.	Filles.				

Accidents d'après leurs conséquences. TABLEAU C.

DÉSIGNATION des ateliers.	Morts.	Blessures à la tête et au visage (sans les yeux).	Blessures aux yeux.	Blessures aux bras et aux mains.	Blessures aux doigts.	Blessures aux jambes et aux pieds.	Blessures aux autres parties du corps ou à plusieurs parties à la fois.	Lésions internes.	Asphyxie.	Submersion.	TOTAUX.

Digitized by Google

Accidents d'après leurs causes et leurs conséquences. TABLEAU D.

CAUSES MATÉRIELLES des accidents.	Morts.	Blessures à la tête et au visage (sans les yeux).	Blessures aux yeux.	Blessures aux bras et aux mains.	Blessures aux doigts.	Blessures aux jambes et aux pieds.	Blessures aux autres parties du corps ou à plusieurs parties à la fois.	Lésions internes.	Asphyxie.	Submersion.	TOTAUX.
I. — Moteurs.....											
II. — Transmissions..											
III. — Machines-outils, métiers, etc.											
IV. — Ascenseurs, grues, appareils de levage.											
V. — Chaudières à vapeur, autoclaves, etc.....											
VI. — Explosifs (poudre, dynamite, etc.)											
VII. — Matières incandescentes, brûlantes, corrosives....											
VIII. — Éboulements, chutes d'objets ...											
IX. — Chute (de l'ouvrier) du haut d'une échelle, d'un escalier, d'un échafaudage, dans des excavations, etc.....											
X. — Manutention des fardeaux.....											
XI. — Conduite des voitures, accidents causés par les animaux											
XII. — Outils à main (marteaux, haches, scies).....											
XIII. — Causes diverses											
Totaux.....											

Digitized by Google

PREMIÈRE ANNEXE AU DOCUMENT N° 201.

LOI DU 2 NOVEMBRE 1892

sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels.

(Extraits.)

SECTION PREMIÈRE.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES. — AGE D'ADMISSION. — DURÉE DU TRAVAIL.

ARTICLE PREMIER. — Le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les usines, manufactures, mines, minières et carrières, chantiers, ateliers et leurs dépendances, de quelque nature que ce soit, publics ou privés, laïques ou religieux, même lorsque ces établissements ont un caractère professionnel ou de bienfaisance, est soumis aux obligations déterminées par la présente loi.

Toutes les dispositions de la présente loi s'appliquent aux étrangers travaillant dans les établissements ci-dessus désignés.

Sont exceptés les travaux effectués dans les établissements où ne sont employés que les membres de la famille sous l'autorité soit du père, soit de la mère, soit du tuteur.

Néanmoins, si le travail s'y fait à l'aide de chaudières à vapeur ou de moteur mécanique, ou si l'industrie exercée est classée au nombre des établissements dangereux ou insalubles, l'inspecteur aura le droit de prescrire les mesures de sécurité et de salubrité à prendre, aux articles 12, 13 et 14.

ART. 2. — Les enfants ne peuvent être employés par les patrons ni être admis dans les établissements énumérés dans l'art. 1er avant l'âge de 13 ans révolus.

Toutefois, les enfants munis du certificat d'études primaires, institué par la loi du 28 mars 1882, peuvent être employés à partir de l'âge de 12 ans.

Aucun enfant âgé de moins de 13 ans ne pourra être admis au travail dans les établissements ci-dessus visés, s'il n'est muni d'un certificat d'aptitude physique délivré, à titre gratuit, par l'un des médecins chargés de la surveillance du premier âge ou l'un des médecins inspecteurs des écoles, ou tout autre médecin chargé d'un service public désigné par le préfet. Cet examen sera contradictoire, si les parents le réclament.

Les inspecteurs du travail pourront toujours requérir un examen médical de tous les enfants au-dessous de 16 ans, déjà admis dans les établisse-

Digitized by Google

ments ci-dessus visés, à l'effet de constater si le travail dont ils sont chargés excède leurs forces.

Dans ce cas, les inspecteurs auront le droit d'exiger leur renvoi de l'établissement, sur l'avis conforme de l'un des médecins désignés au paragraphe 3 du présent article et après examen contradictoire si les parents le réclament.

Dans les orphelinats et institutions de bienfaisance visés à l'art. 1er et dans lesquels l'instruction primaire est donnée, l'enseignement manuel et professionnel, pour les enfants âgés de moins de 13 ans, sauf pour les enfants âgés de 12 ans munis du certificat d'études primaires, ne pourra pas dépasser trois heures par jour.

ART. 3. — Les enfants de l'un et l'autre sexe âgés de moins de 16 ans ne peuvent être employés à un travail effectif de plus de dix heures par jour.

Les jeunes ouvriers et ouvrières de 16 à 18 ans ne peuvent être employés à un travail effectif de plus de soixante heures par semaine, sans que le travail journalier puisse excéder onze heures.

Les filles au-dessus de 18 ans et les femmes ne peuvent être employées à un travail effectif de plus de onze heures par jour.

Les heures de travail ci-dessus indiquées seront coupées par un ou plusieurs repos dont la durée totale ne pourra être inférieure à une heure et pendant lesquels le travail sera interdit.

SECTION II.

TRAVAIL DE NUIT. — REPOS HEBDOMADAIRE.

ART. 4. — Les enfants âgés de moins de 18 ans, les filles mineures et les femmes ne peuvent être employés à aucun travail de nuit dans les établissements énumérés à l'art. 1er.

Tout travail entre 5 heures du soir et 9 heures du matin est considéré comme travail de nuit. Toutefois, le travail sera autorisé de 4 heures du matin à 10 heures du soir quand il sera réparti entre deux postes d'ouvriers ne travaillant pas plus de neuf heures chacun.

Le travail de chaque équipe sera coupé par un repos de neuf heures au moins.

Il sera accordé, pour les femmes et les filles âgées de plus de 18 ans, à certaines industries qui seront déterminées par un règlement d'administration publique et dans les conditions d'application qui seront précisées dans ledit règlement, la faculté de prolonger le travail jusqu'à 11 heures du soir, à certaines époques de l'année, pendant une durée totale qui ne

Digitized by Google

dépassera pas soixante jours. En aucun cas la journée de travail effectif ne pourra être prolongée au delà de douze heures.

Il sera accordé à certaines industries, déterminées par un règlement d'administration publique, l'autorisation de déroger d'une façon permanente aux dispositions des paragraphes 1 et 2 du présent article, mais sans que le travail puisse, en aucun cas, dépasser sept heures par vingt-quatre heures.

Le même règlement pourra autoriser, pour certaines industries, une dérogation temporaire aux dispositions précitées.

En outre, en cas de chômage résultant d'une interruption accidentelle ou de force majeure, l'interdiction ci-dessus peut, dans n'importe quelle industrie, être temporairement levée par l'inspecteur pour un délai déterminé.

ART. 5. — Les enfants âgés de moins de 18 ans et les femmes de tout âge ne peuvent être employés dans les établissements énumérés à l'art. 1er plus de six jours par semaine ni les jours de fête reconnus par la loi, même pour rangement d'atelier.

Une affiche apposée dans les ateliers indiquera le jour adopté pour le repos hebdomadaire.

ART. 6. — Néanmoins, dans les usines à feu continu, les femmes majeures et les enfants du sexe masculin peuvent être employés tous les jours de la semaine, la nuit, aux travaux indispensables sous la condition qu'ils auront au moins un jour de repos par semaine.

Les travaux tolérés et le laps de temps pendant lequel ils peuvent être exécutés seront déterminés par un règlement d'administration publique.

ART. 7. — L'obligation du repos hebdomadaire et les restrictions relatives à la durée du travail peuvent être temporairement levées par l'inspecteur divisionnaire, pour les travailleurs visés à l'art. 5, pour certaines industries à désigner par le susdit règlement d'administration publique.

ART. 8. — Les enfants des deux sexes, âgés de moins de 13 ans, ne peuvent être employés comme acteurs, figurants, etc., aux représentations publiques données dans les théâtres et cafés-concerts sédentaires.

Le ministre de l'instruction publique et des beaux-arts, à Paris, et les préfets, dans les départements, pourront exceptionnellement autoriser l'emploi d'un ou plusieurs enfants dans les théâtres pour la représentation de pièces déterminées.

SECTION III.

TRAVAUX SOUTERRAINS.

....

Digitized by Google

SECTION IV.

SURVEILLANCE DES ENFANTS.

ART. 10. — Les maires sont tenus de délivrer gratuitement aux père, mère, tuteur ou patron, un livret sur lequel sont portés les noms et prénoms des enfants des deux sexes âgés de moins de 18 ans, la date, le lieu de leur naissance et leur domicile.

Si l'enfant a moins de 13 ans, le livret devra mentionner qu'il est muni du certificat d'études primaires institué par la loi du 28 mars 1882.

Les chefs d'industrie ou patrons inscriront sur le livret la date de l'entrée dans l'atelier et celle de la sortie.

Ils devront également tenir un registre sur lequel seront mentionnées toutes les indications insérées au présent article.

ART. 11. — Les patrons ou chefs d'industrie et loueurs de force motrice sont tenus de faire afficher dans chaque atelier les dispositions de la présente loi, les règlements d'administration publique relatifs à son exécution et concernant plus spécialement leur industrie, ainsi que les adresses et les noms des inspecteurs de la circonscription.

Ils afficheront également les heures à laquelle commencera et finira le travail, ainsi que les heures et la durée des repos.

Un duplicata de cette affiche sera envoyé à l'inspecteur, un autre sera déposé à la mairie.

L'organisation de relais, qui aurait pour effet de prolonger au delà de la limite légale la durée de la journée de travail, est interdite pour les personnes protégées par la présente loi.

Dans toutes les salles de travail des ouvroirs, orphelinats, ateliers de charité ou de bienfaisance dépendant des établissements religieux ou laïques, sera placé d'une façon permanente un tableau indiquant, en caractères facilement lisibles, les conditions du travail des enfants telles qu'elles résultent des art. 2, 3, 4 et 5, et déterminant l'emploi de la journée, c'est-à-dire les heures de travail manuel, du repos, de l'étude et des repas. Ce tableau sera visé par l'inspecteur et revêtu de sa signature.

Un état nominatif complet des enfants élevés dans les établissements ci-dessus désignés, indiquant leurs noms et prénoms, la date et le lieu de leur naissance, et certifié conforme par les directeurs de ces établissements, sera remis tous les trois mois à l'inspecteur et fera mention de toutes les mutations survenues depuis la production du dernier état.

Digitized by Google

SECTION V.

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS.

ART. 12. — Les différents genres de travail présentant des causes de danger, ou excédant les forces, ou dangereux pour la moralité, qui seront interdits aux femmes, filles et enfants, seront déterminés par des règlements d'administration publique.

ART. 13. — Les femmes, filles et enfants ne peuvent être employés dans des établissements insalubres ou dangereux, où l'ouvrier est exposé à des manipulations ou à des émanations préjudiciables à sa santé, que sous les conditions spéciales déterminées par des règlements d'administration publique pour chacune de ces catégories de travailleurs.

ART. 14. — Les établissements visés dans l'art. 1er et leurs dépendances doivent être tenus dans un état constant de propreté, convenablement éclairés et ventilés. Ils doivent présenter toutes conditions de sécurité et de salubrité nécessaires à la santé du personnel.

Dans tout établissement contenant des appareils mécaniques, les roues, les courroies et les engrenages ou tout autre organe pouvant offrir une cause de danger, seront séparés des ouvriers de telle manière que l'approche n'en soit possible que pour les besoins du service.

Les puits, trappes et ouvertures de descente doivent être clôturés.

ART. 15. — Tout accident ayant occasionné une blessure à un ou plusieurs ouvriers, survenu dans un des établissements mentionnés à l'art. 1er, sera l'objet d'une déclaration par le chef de l'entreprise ou, à son défaut, et en son absence, par le préposé.

Cette déclaration contiendra le nom et l'adresse des témoins de l'accident; elle sera faite dans les quarante-huit heures au maire de la commune, qui en dressera procès-verbal dans la forme à déterminer par règlement d'administration publique. A cette déclaration sera joint, produit par le patron, un certificat indiquant l'état du blessé, les suites probables de l'accident et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif.

Récépissé de la déclaration et du certificat médical sera remis, séance tenante, au déposant.

Avis de l'accident est donné immédiatement par le maire à l'inspecteur divisionnaire ou départemental.

ART. 16. — Les patrons ou chefs d'établissement doivent, en outre, veiller au maintien des bonnes mœurs et à l'observation de la décence publique.

Digitized by Google

SECTION VI.

INSPECTION.

.....

SECTION VII.

COMMISSIONS SUPÉRIEURE ET DÉPARTEMENTALES.

.....

SECTION VIII.

PÉNALITÉS.

.....

SECTION IX.

DISPOSITIONS SPÉCIALES.

ART. 30. — Les règlements d'administration publique nécessaires à l'application de la présente loi seront rendus après avis de la Commission supérieure du travail et du Comité consultatif des arts et manufactures.

Le Conseil général des mines sera appelé à donner son avis sur les règlements prévus en exécution de l'art. 9.

ART. 31. — Les dispositions de la présente loi sont applicables aux enfants placés en apprentissage et employés dans un des établissements visés à l'art. 1er.

ART. 32. — Les dispositions édictées par la présente loi ne seront applicables qu'à dater du 1er janvier 1893.

La loi du 19 mai 1874 et les règlements d'administration publique rendus en exécution de ses dispositions seront abrogés à la date susindiquée.

DEUXIÈME ANNEXE AU DOCUMENT N° 201.

DÉCRET DU 13 MAI 1893

relatif aux travaux excessifs, insalubres ou dangereux interdits aux enfants, filles ou femmes.

(*Application des art.* 12 *et* 13 *de la loi du* 2 *novembre* 1892.)

(Extraits.)

ARTICLE PREMIER. — Il est interdit d'employer les enfants au-dessous de

Digitized by Google

18 ans, les filles mineures et les femmes au graissage, au nettoyage, à la visite ou à la réparation des machines ou mécanismes en marche.

ART. 2. — Il est interdit d'employer les enfants au-dessous de 18 ans, les filles mineures et les femmes dans les ateliers où se trouvent des machines actionnées à la main ou par un moteur mécanique dont les parties dangereuses ne sont pas couvertes de couvre-engrenages, garde-mains et autres organes protecteurs.

ART. 3. — Il est interdit d'employer les enfants au-dessous de 18 ans à faire tourner des appareils en sautillant sur une pédale.

Il est également interdit de les employer à faire tourner des roues horizontales.

ART. 4. — Les enfants au-dessous de 16 ans ne pourront être employés à tourner des roues verticales que pendant une durée d'une demi-journée de travail divisée par un repos d'une demi-heure au moins,

Il est également interdit d'employer les enfants au-dessous de 16 ans à actionner au moyen de pédales les métiers dits *à la main*.

ART. 5. — Les enfants au-dessous de 16 ans ne peuvent travailler aux scies circulaires ou aux scies à ruban.

ART. 6. — Les enfants au-dessous de 16 ans ne peuvent être employés au travail des cisailles et autres lames tranchantes mécaniques.

.....

ART. 8. — Il est interdit de préposer des enfants au-dessous de 16 ans au service des robinets à vapeur.

.....

ART. 10. — Il est interdit d'employer des enfants de moins de 16 ans à des travaux exécutés à l'aide d'échafaudages volants pour la réfection ou le nettoyage des maisons.

ART. 11. — Les jeunes ouvriers ou ouvrières au-dessous de 18 ans employés dans l'industrie ne peuvent porter, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des manufactures, usines, ateliers et chantiers, des fardeaux d'un poids supérieur aux suivants :

	kg
Garçons au-dessous de 14 ans.....	10
Garçons de 14 à 18 ans.....	15
Ouvrières au-dessous de 16 ans.....	5
Ouvrières de 16 à 18 ans.....	10

Il est interdit de faire traîner ou pousser par lesdits jeunes ouvriers ou

Digitized by Google

ouvrières, tant à l'intérieur des établissements industriels que sur la voie publique, des charges correspondant à des efforts plus grands que ceux ci-dessus indiqués.

Les conditions d'équivalence des deux genres de travail seront déterminées par arrêté ministériel.

ART. 12. — Il est interdit d'employer les filles au-dessous de 16 ans au travail des machines à coudre mues par des pédales.

.....

ART. 14. — Dans les établissements où s'effectuent les travaux dénommés au tableau A annexé au présent décret, l'accès des ateliers affectés à ces opérations est interdit aux enfants au-dessous de 18 ans, aux filles mineures et aux femmes.

ART. 15. — Dans les établissements où s'effectuent les travaux dénommés au tableau B annexé au présent décret, l'accès des ateliers effectués à ces opérations est interdit aux enfants au-dessous de 18 ans.

ART. 16. — Le travail des enfants, filles mineures et femmes n'est autorisé dans les ateliers dénommés au tableau C annexé au présent décret que sous les conditions spécifiées audit tableau.

.....

TABLEAU A.

Travaux interdits aux enfants au-dessous de 18 ans, aux filles mineures et aux femmes.

TRAVAUX.	RAISONS DE L'INTERDICTION.
Acide nitrique (Fabrication de l').....	Vapeurs délétères.
Acide picrique (Fabrication de l').....	Id.
Fulminate de mercure (Fabrication du)..	Émanations nuisibles.
Nitrate de méthyle (Fabrique de).....	Vapeurs délétères.
Nitrobenzine, aniline et matières dérivant de la benzine (Fabrication de).....	Vapeurs nuisibles.

Digitized by Google

TABLEAU B.

Travaux interdits aux enfants au-dessous de 18 *ans.*

TRAVAUX.	RAISONS DE L'INTERDICTION.
Amorces fulminantes (Fabrication des)...	Nécessité d'un travail prudent et attentif.
Amorces fulminantes pour pistolets d'enfants (Fabricants d').....	Id.
Artifices (Fabrication de pièces d').....	Id.
Cartouches de guerre (Fabriques et dépôts de).....	Id.
Celluloïd et produits nitrés analogues (Fabrication de).....	Id.
Dynamite (Fabriques et dépôts de).....	Id.
Étoupilles (Fabriques d') avec matières explosives.....	Id.
Poudre de mine comprimée (Fabrication de cartouches de).....	Id.

TABLEAU C.

Établissements dans lesquels l'emploi des enfants au-dessous de 18 *ans, des filles mineures et des femmes est autorisé sous certaines conditions.*

ÉTABLISSEMENTS.	CONDITIONS.	MOTIFS.
Acide sulfurique (Fabrication de l').....	Les enfants au-dessous de 18 ans, les filles mineures et femmes ne seront pas employés dans les ateliers où se dégagent des vapeurs et où l'on manipule les acides.	Dangers d'accidents.
Collodion (Fabrication du).	Les enfants au-dessous de 16 ans ne seront pas occupés dans les ateliers où l'on manipule les matières premières et les dissolvants.	Dangers d'incendie.

Digitized by Google

TABLEAU C.

Établissements dans lesquels l'emploi des enfants au-dessous de 18 *ans, des filles mineures et des femmes est autorisé sous certaines conditions* (suite).

ÉTABLISSEMENTS.	CONDITIONS.	MOTIFS.
Nitrates métalliques obtenus par l'action directe des acides (Fabrication des).....	Les enfants au-dessous de 18 ans, filles mineures et femmes ne seront pas employés dans les ateliers où se dégagent des vapeurs et où se manipulent des acides.	Vapeurs nuisibles.
Soufre (Pulvérisation et blutage du).....	Les enfants au-dessous de 18 ans ne seront pas employés lorsque les poussières se dégageront librement dans les ateliers.	Poussières nuisibles.

TROISIÈME ANNEXE AU DOCUMENT N° 201.

LOI DU 12 JUIN 1893
concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels.

(Extraits.)

ARTICLE PREMIER. — Sont soumis aux dispositions de la présente loi : les manufactures, fabriques, usines, chantiers, ateliers de tous genres et leurs dépendances (1).

Sont seuls exceptés : les établissements où ne sont employés que les membres de la famille sous l'autorité soit du père, soit de la mère, soit du tuteur.

Néanmoins, si le travail s'y fait à l'aide de chaudière à vapeur ou de moteur mécanique, ou si l'industrie exercée est classée au nombre des établissements dangereux ou insalubres, l'inspecteur aura le droit de pres-

(1) D'après un avis du Conseil d'État, la loi de 1893, à la différence de celle du 2 novembre 1892, ne s'applique pas aux établissements publics.

Digitized by Google

crire les mesures de sécurité à prendre conformément aux dispositions de la présente loi.

ART. 2. — Les établissements visés à l'art. 1er doivent être tenus dans un état constant de propreté et présenter les conditions d'hygiène et de salubrité nécessaires à la santé du personnel.

Il doivent être aménagés de manière à garantir la sécurité des travailleurs. Dans tout établissement fonctionnant par des appareils mécaniques, les roues, les courroies, les engrenages ou tout autre organe pouvant offrir une cause de danger seront séparés des ouvriers, de telle manière que l'approche n'en soit possible que pour les besoins du service. Les puits, trappes et ouvertures doivent être clôturés.

Les machines, mécanismes, appareils de transmission, outils et engins doivent être installés et tenus dans les meilleures conditions possibles de sécurité.

Les dispositions qui précèdent sont applicables aux théâtres, cirques, magasins et autres établissements similaires où il est fait usage d'appareils mécaniques.

ART. 3. — Des règlements d'administration publique, rendus après avis du Comité consultatif des arts et manufactures, détermineront :

1° Dans les trois mois de la promulgation de la présente loi, les mesures générales de protection et de salubrité applicables à tous les établissements assujettis, notamment en ce qui concerne l'éclairage, l'aération ou la ventilation, les eaux potables, les fosses d'aisances, l'évacuation des poussières et vapeurs, les précautions à prendre contre les incendies, etc.;

2° Au fur et à mesure des nécessités constatées, les prescriptions particulières relatives, soit à certaines industries, soit à certains modes de travail.

Le Comité consultatif d'hygiène publique de France sera appelé à donner son avis en ce qui concerne les règlements généraux prévus au paragraphe 2 du présent article.

.....

ART. 13. — Il n'est rien innové quant à la surveillance des appareils à vapeur.

.....

Digitized by Google

QUATRIÈME ANNEXE AU DOCUMENT N° 201.

DÉCRET DU 10 MARS 1894

concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels.

(*Application de l'art.* 3 *de la loi du* 12 *juin* 1893.)

(Extraits.)

ARTICLE PREMIER. — Les emplacements affectés au travail dans les manufactures, fabriques, usines, chantiers, ateliers de tous genres et leurs dépendances seront tenus en état constant de propreté. Le sol sera nettoyé à fond au moins une fois par jour avant l'ouverture ou après la clôture du travail, mais jamais pendant le travail. Ce nettoyage sera fait soit par un lavage, soit à l'aide de brosses ou de linges humides, si les conditions de l'industrie ou de la nature du revêtement du sol s'opposent au lavage. Les murs et les plafonds seront l'objet de fréquents nettoyages; les enduits seront refaits toutes les fois qu'il sera nécessaire.

ART. 2. — Dans les locaux où l'on travaille des matières organiques altérables, le sol sera rendu imperméable et toujours bien nivelé, les murs seront recouverts d'un enduit permettant un lavage efficace.

En outre, le sol et les murs seront lavés aussi souvent qu'il sera nécessaire avec une solution désinfectante. Un lessivage à fond avec la même solution sera fait au moins une fois par an.

Les résidus putrescibles ne devront jamais séjourner dans les locaux affectés au travail et seront enlevés au fur et à mesure.

ART. 3. — L'atmosphère des ateliers et de tous les autres locaux affectés au travail sera tenue constamment à l'abri de toute émanation provenant d'égouts, fossés, puisards, fosses d'aisances ou de toute autre source d'infection.

Dans les établissements qui déverseront les eaux résiduaires ou de lavage dans un égout public ou privé, toute communication entre l'égout ou l'établissement sera munie d'un intercepteur hydraulique fréquemment nettoyé ou abondamment lavé au moins une fois par jour.

Les travaux dans les puits, conduites de gaz, canaux de fumée, fosses d'aisances, cuves ou appareils quelconques pouvant contenir des gaz délétères ne seront entrepris qu'après que l'atmosphère aura été assainie par

Digitized by Google

une ventilation efficace. Les ouvriers appelés à travailler dans ces conditions seront attachés par une ceinture de sûreté.

ART. 4. — Les cabinets d'aisances ne devront pas communiquer directement avec les locaux fermés où seront employés des ouvriers. Ils seront éclairés, abondamment pourvus d'eau, munis de cuvettes avec inflexion siphoïde du tuyau de chute. Le sol, les parois seront en matériaux imperméables, les peintures seront d'un ton clair.

Il y aura au moins un cabinet par cinquante personnes et des urinoirs en nombre suffisant.

Aucun puits absorbant, aucune disposition analogue ne pourra être établie qu'avec l'autorisation de l'administration supérieure et dans les conditions qu'elle aura prescrites.

ART. 5. — Les locaux fermés affectés au travail ne seront jamais encombrés; le cube d'air par ouvrier ne pourra être inférieur à 6 mètres cubes.

Ils seront largement aérés. Ces locaux, leurs dépendances et notamment les passages et escaliers, seront convenablement éclairés (1).

ART. 6. — Les poussières, ainsi que les gaz incommodes, insalubres ou toxiques, seront évacués directement au dehors de l'atelier au fur et à mesure de leur production.

Pour les buées, vapeurs, gaz, poussières légères, il sera installé des hottes avec cheminées d'appel ou tout autre appareil d'élimination efficace.

Pour les poussières déterminées par les meules, les batteurs, les broyeurs et tous autres appareils mécaniques, il sera installé, autour des appareils, des tambours en communication avec une ventilation aspirante énergique.

Pour les gaz lourds, tels que vapeurs de mercure, de sulfure de carbone, la ventilation aura lieu *per descensum :* les tables ou appareils de travail seront mis en communication directe avec le ventilateur.

La pulvérisation des matières irritantes ou toxiques ou autres opérations, telles que le tamisage et l'emballage de ces matières, se feront mécaniquement, en appareils clos.

L'air des ateliers sera renouvelé de façon à rester dans l'état de pureté nécessaire à la santé des ouvriers.

---

(1) Sans que cette prescription exclue un éclairage artificiel permanent (dans les caves ou autres locaux privés d'éclairage naturel), à condition que cet éclairage soit suffisant pour l'exécution des travaux des ouvriers. (Lettre ministérielle du 4 juillet 1894.)

Digitized by Google

ART. 7. — Pour les industries désignées par arrêté ministériel, après avis du Comité consultatif des arts et manufactures, les vapeurs, les gaz incommodes et insalubres et les poussières seront condensés ou détruits.

ART. 8. — Les ouvriers ne devront pas prendre leurs repas dans les ateliers ni dans aucun local affecté au travail.

Les patrons mettront à la disposition de leur personnel les moyens d'assurer la propreté individuelle, vestiaires avec lavabos, ainsi que l'eau de bonne qualité pour la boisson.

ART. 9. — Pendant les interruptions de travail pour les repas, les ateliers seront évacués et l'air en sera entièrement renouvelé.

ART. 10. — Les moteurs à vapeur, à gaz, les moteurs électriques, les roues hydrauliques, les turbines, ne seront accessibles qu'aux ouvriers affectés à leur surveillance. Ils seront isolés par des cloisons ou barrières de protection.

Les passages (1) entre les machines, mécanismes, outils mus par ces moteurs auront une largeur d'au moins 80 centimètres; le sol des intervalles sera nivelé.

Les escaliers seront solides et munis de fortes rampes.

Les puits, trappes, cuves, bassins, réservoirs de liquides corrosifs ou chauds, seront pourvus de solides barrières ou garde-corps.

Les échafaudages seront munis, sur toutes leurs faces, de garde-corps de 90 centimètres de haut.

ART. 11. — Les monte-charges, ascenseurs, élévateurs, seront guidés et disposés de manière que la voie de la cage du monte-charge et des contrepoids soit fermée; que la fermeture du puits à l'entrée des divers étages ou galeries s'effectue automatiquement; que rien ne puisse tomber du monte-charge dans le puits.

Pour les monte-charges destinés à transporter le personnel, la charge devra être calculée au tiers de la charge admise pour le transport des marchandises, et les monte-charges seront pourvus de freins, chapeaux, parachutes ou autres appareils préservateurs.

ART. 12. — Toutes les pièces saillantes mobiles et autres parties dange-

---

(1) Ces passages sont ceux où peuvent passer et où parfois circulent effectivement des ouvriers de l'usine. Ils ne comprennent pas les petits espaces libres laissés autour d'une machine, et où son conducteur spécial pénètre parfois pour son travail ou pour le nettoyage. (Lettre ministérielle du 24 décembre 1894.)

Digitized by Google

reuses des machines, et notamment les bielles, roues, volants, les courroies et câbles, les engrenages, les cylindres et cônes de friction, ou tous autres organes de transmission qui seraient reconnus dangereux, seront munis de dispositifs protecteurs, tels que gaines et chéneaux de bois ou de fer, tambours pour les courroies et les bielles, ou de couvre-engrenage, garde-mains, grillages.

Les machines-outils à instruments tranchants, tournant à grande vitesse, telles que machines à scier, fraiser, raboter, découper, hacher, les cisailles, coupe-chiffons et autres engins semblables, seront disposés de telle sorte que les ouvriers ne puissent, de leur poste de travail, toucher involontairement les instruments tranchants.

Sauf le cas d'arrêt du moteur, le maniement des courroies sera toujours fait par le moyen de systèmes tels que monte-courroie, porte-courroie, évitant l'emploi direct de la main.

On devra prendre autant que possible des dispositions telles qu'aucun ouvrier ne soit habituellement occupé à un travail quelconque dans le plan de rotation ou aux abords immédiats d'un volant, d'une meule ou de tout autre engin pesant et tournant à grande vitesse.

ART. 13. — La mise en train et l'arrêt des machines devront être toujours précédés d'un signal convenu.

ART. 14. — L'appareil d'arrêt des machines motrices sera toujours placé sous la main des conducteurs qui dirigent ces machines.

Les contremaîtres ou chefs d'atelier, les conducteurs de machines-outils, métiers, etc., auront à leur portée le moyen de demander l'arrêt des moteurs.

ART. 15. — Des dispositifs de sûreté devront être installés dans la mesure du possible pour le nettoyage et le graissage des transmissions ou mécanisme en marche.

En cas de réparation d'un organe mécanique quelconque, son arrêt devra être assuré par un calage convenable de l'embrayage ou du volant; il en sera de même pour les opérations de nettoyage qui exigent l'arrêt des organes mécaniques.

ART. 16. — Les sorties des ateliers sur les cours, vestibules, escaliers et autres dépendances intérieures de l'usine doivent être munies de portes s'ouvrant de dedans en dehors. Ces sorties seront assez nombreuses pour permettre l'évacuation rapide de l'atelier; elles seront toujours libres et ne devront jamais être encombrées de marchandises, de matières en dépôt ni d'objets quelconques.

Le nombre des escaliers sera calculé de manière que l'évacuation de tous

Digitized by Google

les étages d'un corps de bâtiment contenant des ateliers puisse se faire immédiatement.

Dans les ateliers occupant plusieurs étages, la construction d'un escalier incombustible pourra, si la sécurité l'exige, être prescrite par une décision du ministre du commerce, après avis du Comité des arts et manufactures.

Les récipients pour l'huile ou le pétrole servant à l'éclairage seront placés dans des locaux séparés et jamais au voisinage des escaliers.

ART. 17. — Les machines dynamos devront être isolées électriquement.

Elles ne seront jamais placées dans un atelier où des corps explosifs, des gaz détonants ou des poussières inflammables se manient ou se produisent.

Les conducteurs électriques placés en plein air pourront rester nus; dans ce cas, ils devront être portés par des isolateurs en porcelaine ou en verre; ils seront écartés des masses métalliques, telles que gouttières, tuyaux de descente, etc.

A l'intérieur des ateliers, les conducteurs nus destinés à des prises de courant sur leur parcours seront écartés des murs, hors de la portée de la main, et convenablement isolés.

Les autres conducteurs seront protégés par des enveloppes isolantes.

Toutes précautions seront prises pour l'échauffement des conducteurs à l'aide de coupe-circuits et autres dispositifs analogues.

ART. 18. — Les ouvriers et ouvrières qui ont à se tenir près des machines doivent porter des vêtements ajustés et non flottants.

.....

Digitized by Google

N° 202.

ARRÊTÉ DU 12 FÉVRIER 1895

fixant les prix de vente des poudres à feu destinées à l'exportation.

(Inséré au *Journal officiel* du 17 février 1895.)

LE PRÉSIDENT DU CONSEIL, MINISTRE DES FINANCES,

Vu le décret du 21 mai 1886, relatif à l'exportation des poudres à feu;

Vu l'arrêté du 26 mai 1886;

Vu l'avis du ministre de la guerre;

Vu les traités des 20 novembre 1815 et 24 mars 1860, qui ont placé le pays de Gex et la partie neutralisée de la Haute-Savoie en dehors de la ligne des douanes,

ARRÊTE :

ARTICLE PREMIER. — Les prix des poudres à feu destinées à l'exportation (1) sont fixés ainsi qu'il suit pour toute commande dont la valeur atteint au moins 100fr.

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX par kilogramme à payer à l'exportation.	OBSERVATIONS.
			fr c	
Poudres de commerce extérieur		ordinaires.....	0,535	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu.
		fortes.....	0,576	
Poudres de mine	ordinaires	ronde.....	0,75	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu, à l'état de cartouches comprimées ou à celui de mèches de sûreté.
		anguleuse.....	0,80	
		fin grain.....	1,20	
	fortes...	ronde.....	0,80	
		anguleuse.....	0,85	
		fin grain.....	1,25	
	lentes...	grenée.....	0,65	
		non grenée.....	0,65	
	dites *de sûreté*	au nitrate d'ammoniaque.....	1,50	Non compris l'encaissage. Destinées à être exportées à l'état de cartouches comprimées.
		au nitrate de soude.....	0,80	

(1) L'exportation s'entend des envois à l'étranger ou dans les colonies et possessions françaises, l'Algérie et la Tunisie exceptées.

Digitized by Google

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX par kilogramme à payer à l'exportation.	OBSERVATIONS.
			fr c	
Poudres de mine (suite).	Cartouches comprimées au coton-poudre et au nitrate d'ammoniaque.	N° 1....	2,20	Non compris l'encaissage.
		N° 2....	2,50	
Poudres de guerre	Ancienne fabrication (1).....		1,00	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu, à l'état de cartouches ou de pièces d'artifices.
	Nouveaux types (2)	à canon noires..	1,40	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu ou de munitions confectionnées.
		à canon brunes..	2,50	
		à fusil.....	1,50	
	dites *BN* (3) à canon ou à fusil.....		9,00(4)	
Poudres de chasse	ordinaires (fine) livrées en	barils.....	1,50	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées en boîtes, ou à l'état nu (en barils), ou à l'état de cartouches.
		grosses boîtes...	2,00	
		petites boîtes...	2,20	
	fortes (superfine) livrées en	barils.....	1.75	
		grosses boîtes...	2,50	
		petites boîtes....	2,90	
	spéciales (extrafine) livrées en	barils.....	2,40	
		grosses boîtes...	2,60	
		petites boîtes....	3,25	
	pyroxylées (types S et J) livrées en	grosses boîtes...	14,00	Non compris l'encaissage. Destinées à être exportées en boîtes ou à l'état de cartouches.
		petites boîtes....		
Coton-poudre	comprimé (4)	pour torpilles...	6,00	Non compris l'encaissage.
		grandes formes..	5,00	
		petites formes...	6,50	

(1) Cette désignation s'applique aux anciens types dits *à canon* et *à mousquet*.

(2) L'exportation de ces poudres pourra être suspendue par un arrêté du ministre de la guerre.

(3) Les poudres de guerre dites *BN* sont des poudres à grande puissance balistique, destinées aux fusils de petit calibre et aux canons de tous calibres. L'exportation pourra en être suspendue par arrêté ministériel.

(4) Pour les commandes de poudre BN égales ou supérieures à 25 000^{kg}, ce prix sera déterminé comme ci-après :

8^{fr}, 50 par kilogramme, de 25 000^{kg} inclus à 50 000^{kg} ;

8^{fr} par kilogramme, de 50 000^{kg} inclus à 75 000^{kg} ;

7^{fr}, 50 par kilogramme, de 75 000^{kg} inclus à 100 000^{kg} ;

7^{fr} par kilogramme à partir de 100 000^{kg} et au-dessus.

Digitized by Google

ESPÈCES DE POUDRES.	PRIX par kilogramme à payer à l'exportation.	OBSERVATIONS.
	fr c	
Coton-poudre. en pâte(1)	4,50	Non compris l'encaissage.
Coton azotique N° 1	5,25	
Coton azotique N° 2	3,40	
Cordeau détonant (le mètre courant) métallique	0,50	
Cordeau détonant (le mètre courant) souple	0,90	

(1) L'exportation du coton-poudre de guerre pourra être suspendue par arrêté du ministre de la guerre.

ART. 2. — Les types de poudre de guerre dont l'exportation est autorisée sont les suivants :

I. Anciens types : poudres de guerre dites *à canon* et *à mousquet*.

II. Nouveaux types : poudre à canon, 1° noires C_1, C_2, SP_1, SP_2, A 26/34, A 30/40, R_1, prismatiques; 2° brunes, prismatiques PB. Poudres à fusil F_1, F_2, F_3.

III. Poudres BN à canon et à fusil.

IV. Coton-poudre de guerre en charges comprimées ou en pâte.

ART. 3. — Les prix d'exportation fixés pour les poudres de mine, de guerre, de chasse et pour le coton-poudre sont applicables aux explosifs de même espèce vendus par la régie dans le pays de Gex et dans la zone neutralisée de la Haute-Savoie.

ART. 4. — Les conditions et prix des emballages des diverses espèces de poudres sont déterminés par la notice indiquant les conditions auxquelles sont livrées les poudres à feu destinées à l'exportation, notice qui est annexée au présent arrêté.

ART. 5. — Le présent arrêté sera déposé au bureau du contre-seing pour être notifié à qui de droit. Il sera publié au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 12 février 1895.

A. RIBOT.

Digitized by Google

N° 203.

ARRÊTÉ DU 12 FÉVRIER 1895

fixant les prix de vente des poudres à livrer aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

(Inséré au *Journal officiel* du 17 février 1895.)

LE PRÉSIDENT DU CONSEIL, MINISTRE DES FINANCES,

Vu le décret du 21 mai 1886, relatif à l'exportation des poudres à feu;
Vu l'arrêté du 26 mai 1886;
Vu l'avis du ministre de la guerre,

ARRÊTE :

ARTICLE PREMIER. — Les prix des poudres à feu que la régie des contributions indirectes livrera, sous le régime de l'exportation, aux gouvernements des colonies françaises et des pays de protectorat, sont fixés ainsi qu'il suit :

ESPÈCES DE POUDRES.				PRIX par kilogramme à payer à l'exportation
				fr
Poudre de commerce extérieur			ordinaire	0,535
			forte	0,576
Poudres de mine	ordinaires		ronde	0,71
			anguleuse	0,80
			fin grain	1,17
	fortes		ronde	0,75
			anguleuses	0,85
			fin grain	1,25
	lentes		grenée	0,65
			non grenée	0,65
	dites de sûreté		au nitrate d'ammoniaque	1,80
			au nitrate de soude	0,80
	Cartouches comprimées au coton-poudre et au nitrate d'ammoniaque		N° 1.	2,20
			N° 2.	2,50
Poudres de guerre.	ancienne fabrication			1,00
	nouveaux types	à canon	noires	1,35
			brunes	2,40
		à fusil		1,45
	dites B. N. à canon ou à fusil			7,00

Digitized by Google

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX par kilogramme à payer à l'exportation.
			fr c
Poudres de chasse.	ordinaires (fine) livrées en.....	barils.....	1,40
		grosses boîtes.....	1,80
		petites boîtes.....	2,00
	fortes (superfine) livrées en.....	barils.....	1,65
		grosses boîtes.....	2,40
		petites boîtes.....	2,90
	spéciales (extra-fine) livrées en..	barils.....	2,30
		grosses boîtes.....	2,50
		petites boîtes.....	3,00
	pyroxylées (types S et J) livrées en	grosses boîtes.....	10,00
		petites boîtes.....	
Coton-poudre...	comprimé.....	pour torpilles.....	5,50
		grandes formes.....	4,50
		petites formes.....	6,00
	en pâte.....		4,00
	coton azotique...	N° 1.....	5,25
		N° 2.....	3,40
	cordeau détonant, le mètre courant.	métallique.....	0,50
		souple.....	0,90

ART. 2. — Les conditions d'emballage et toutes les stipulations quelconques relatives aux poudres admises à l'exportation sont applicables aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

ART. 3. — Le présent arrêté sera déposé au bureau du contreseing, pour être notifié à qui de droit. Il sera publié au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 12 février 1895.

A. RIBOT.

Digitized by Google

ANNEXE AUX DOCUMENTS Nos 202 ET 203.

POUDRES A FEU.

Fixation pour 1895 des prix de vente des poudres d'exportation et des poudres à livrer aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

Nouvelle notice indiquant les conditions auxquelles sont livrées les poudres à feu destinées à l'exportation.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Circulaire n° 112, du 27 février 1895.)

En exécution des articles 11 du décret du 21 mai 1886 et 2 du décret du 29 octobre 1894, deux arrêtés du ministre des finances, en date du 12 février courant, ont fixé, d'une part, les prix de vente des poudres destinées à l'exportation et, d'autre part, les prix de vente des poudres que la régie est autorisée à livrer aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

Ces arrêtés comportent, par rapport aux fixations de 1894, un certain nombre de modifications en ce qui concerne les prix et les conditions d'emballage.

Pour les indications générales relatives à l'exportation des poudres à feu, le service continuera à se reporter aux instructions contenues dans la circulaire n° 452, du 6 juin 1886. Toutefois, afin de tenir compte des modifications survenues depuis quelques années, tant en ce qui concerne les prix de vente qu'en ce qui touche les conditions d'emballage, il a paru nécessaire de procéder à un remaniement complet de la notice indiquant les conditions auxquelles sont livrées les poudres à feu destinées à l'exportation. Le texte de la nouvelle notice est imprimé ci-après. Il va en être fait un tirage à part et il en sera adressé prochainement à chaque directeur un nombre suffisant d'exemplaires, pour être répartis entre les sous-directeurs et les entreposeurs et tenus à la disposition des exportateurs, armateurs ou tous autres négociants qui auraient l'intention de se livrer au commerce d'exportation des poudres à feu.

Les prix fixés pour l'exportation continuent d'être applicables aux poudres livrées à l'intérieur pour des essais et pour l'épreuve des armes.

Le conseiller d'État, directeur général,

A. CATUSSE.

Digitized by Google

MINISTÈRE DES FINANCES.

—

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

—

NOTICE

indiquant les conditions auxquelles sont livrées les poudres à feu destinées à l'exportation (1).

(Janvier 1895.)

I. — Prix des poudres.

Les poudres destinées à l'exportation (1) sont vendues par la régie aux prix réduits qui sont indiqués ci-après, et qui s'appliquent à toute commande dont la valeur atteint au moins 100^{fr} (2).

Les poudres destinées à être exportées en nature sont fournies aux exportateurs par les entrepôts de la régie les plus voisins des ports d'embarquement ou des bureaux de douanes par lesquels doit s'opérer la sortie du territoire.

II. — Emballage.

Les conditions d'emballage des diverses poudres sont spécifiées ci-dessous.

Toutefois, ces conditions pourront, pour toutes les poudres, être modifiées sur la demande des exportateurs, sauf remboursement par eux de la valeur des enveloppes et de l'excédent de dépense qui pourra résulter des modifications demandées. Les exportateurs pourront même être admis, dans certains cas déterminés et pour des commandes importantes, à fournir les emballages spéciaux qui leur conviendraient et les accessoires de chargement exigés pour les transports.

§ 1. — Poudres de commerce extérieur.

Ces poudres sont vendues en barils et sacs dont les contenances nominales (1) et les prix sont indiqués par le tableau ci-après et dont la valeur devra être payée par l'acheteur, au moment même de la livraison.

---

(1) L'exportation s'entend des envois à l'étranger ou dans les colonies et possessions françaises (l'Algérie et la Tunisie exceptées). Toutefois, les prix de vente indiqués dans le tableau ne s'appliquent pas aux livraisons faites *aux gouvernements* des colonies et pays de protectorat, pour lesquels des prix distincts sont établis par arrêté spécial.

(2) Voir ci-dessus le document n° 202.

Digitized by Google

DÉSIGNATION DES BARILLAGES.		CONTENANCE nominale (1).	PRIX du baril ou barillet (2).	PRIX du sac (2).
		kg	fr c	fr c
BARILS.....	Baril.....	45,000	2,15	0,65
	Demi-baril.....	22,500	1,65	0,35
	Quart de baril.....	11,250	0,95	0,30
BARILLETS...	Cinquième de baril.....	9,000	0,79	0,15
	Sixième de baril.....	7,500	0,77	0,15
	Dixième de baril.....	4,500	0,55	0,10
	Douzième de baril.....	3,750	0,48	0,10
	Vingtième de baril.....	2,250	0,41	0,08
	Vingt-cinquième de baril.....	1,800	0,38	0,06
	Trentième de baril.....	1,500	0,32	0,06
	Trente-troisième de baril.....	1,350	0,31	0,06
	Quarantième de baril.....	1,125	0,30	0,05
	Cinquantième de baril.....	0,900	0,29	0,05

(1) Les poids de poudres contenues dans les divers types de barils et barillets pourront différer des contenances nominales sur la demande des consommateurs, et dans les limites compatibles avec la contenance réelle du barillage.

(2) Lorsque la poudre sera livrée sans sac (ce qui ne peut s'appliquer qu'au transport par eau), le prix du baril ou barillet sera majoré de 0fr, 01.

§ 2. — POUDRES DE MINE.

A. — *Poudres de mine ordinaires, fortes, lentes.*

Ces poudres sont livrées en barils et sacs, dans les conditions fixées soit par le paragraphe 1 pour les poudres de commerce extérieur, soit par le paragraphe 3 A pour les poudres de guerre.

B. — *Poudres* dites *de sûreté.*

Ces poudres sont livrées dans des caisses en zinc enchapées, de la contenance de 50kg. La valeur des enveloppes est fixée ainsi qu'il suit :

Caisses en zinc de 50kg.....	Caisse.	4fr, 80
	Chape.	3fr, 10

C. — *Cartouches comprimées au coton-poudre et au nitrate d'ammoniaque.*

Ces cartouches sont livrées dans des caisses en zinc enchapées, de la contenance de 14kg environ. La valeur des enveloppes est fixée ainsi qu'il suit :

Caisse en zinc pour cartouches de mine.	Caisse.	3fr, 50
	Chape.	1fr, 50

Digitized by Google

§ 3. — Poudres de guerre.

A. — *Poudres noires à canon et à fusil (ancienne fabrication, nouveaux types).*

Ces poudres sont livrées en barils et sacs des contenances de 100^{kg}, de 50^{kg} et de 25^{kg}. Les acheteurs doivent payer, au moment de la livraison, la valeur des enveloppes selon le tarif suivant :

		fr
Baril de 100^{kg} (ancienne chape de guerre).	Baril.	8,50
	Sac..	1,50
Baril de 50^{kg}	Baril.	7,50
	Sac..	1,20
Baril de 25^{kg}	Baril.	5,00
	Sac..	0,90

B. — *Poudres prismatiques brunes et poudres* dites *BN.*

Ces poudres sont livrées dans des caisses doublées en zinc, dont la contenance varie suivant l'espèce de poudre et dont la valeur est fixée ainsi qu'il suit :

Caisse étanche (modèle 1887)..... 11^{fr}, 00

§ 4. — Poudres de chasse.

A. — *Poudres de chasse ordinaires, fortes, spéciales.*

1° Poudres livrées à l'état nu.

Les poudres de chasse à l'état nu sont livrées en barils et sacs des espèces et aux prix indiqués par le paragraphe 3 A pour les poudres de guerre.

2° Poudres livrées en boîtes.

Les poudres de chasse livrées en boîtes sont renfermées dans des caisses de 25^{kg}, de 20^{kg} et de 5^{kg} dont la composition est identique pour tous les types de poudre.

La composition des caisses de 25^{kg} de poudre est la suivante :

(*a*) Emballage en grosses boîtes.

	kg
5 boîtes de 2^{kg} contenant.....	10
10 boîtes de 1^{kg} —	10
10 boîtes de 500^{gr} —	5
Total.....	25^{kg}

(*b*) Emballage en petites boîtes.

50 boîtes de 2^{hg} de poudre contenant.....	10^{kg}
150 boîtes de 1^{hg} —	15^{kg}
Total.....	25^{kg}

Ces proportions des diverses espèces de boîtes peuvent, d'ailleurs, être

Digitized by Google

modifiées sur la demande des exportateurs, sauf remboursement par eux de l'excédent de dépense qui pourra résulter des modifications demandées.

La valeur des caisses devra être payée aux prix suivants :

Caisse de 25^{kg} ou de 20^{kg}	$2^{fr},75$
Caisse de 5^{kg}	$1^{fr},50$

B. — *Poudres de chasse pyroxylées.*

Les poudres de chasse *dites* pyroxylées sont livrées en boîtes et renfermées dans des caisses de 9^{kg} et de 2^{kg} dont la composition est identique pour les deux types de poudre, savoir :

(*a*) Emballage en grosses boîtes (caisse de 9^{kg}) :

6 boîtes de 1^{kg}	6^{kg}
6 boîtes de 5^{kg}	3^{kg}
Total	9^{kg}

(*b*) Emballage en petites boîtes (caisse de 2^{kg}) :

5 boîtes de 2^{hg}	1^{kg}
10 boîtes de 1^{hg}	1^{kg}
Total	2^{kg}

La valeur des caisses devra être payée aux prix ci-après :

Caisse de 9^{kg}	$2^{fr},75$
Caisse de 2^{kg}	$1^{fr},50$

§ 5. — COTON-POUDRE.

A. — *Coton-poudre comprimé ou en pâte.*

Le coton-poudre comprimé est livré dans des caisses en bois enchapées, dont la contenance et le prix varient suivant l'espèce du coton-poudre.

B. — *Coton azotique.*

Le coton azotique est livré dans des caisses métalliques enchapées de la contenance de 14^{kg} environ. La valeur des enveloppes est fixée ainsi qu'il suit :

Caisse métallique pour coton azotique...	Caisse.	$9^{fr},00$
	Chape.	$7^{fr},00$

C. — *Cordeaux détonants.*

Les cordeaux détonants au coton-poudre sont livrés dans des caisses en bois dont la contenance et le prix varient suivant l'espèce du cordeau.

III. — **Dispositions générales.**

Les poudres *dites* de commerce extérieur ne doivent être exportées que par les frontières maritimes. Les autres espèces de poudres peuvent sortir

Digitized by Google

par toutes les douanes maritimes et par tous les bureaux des douanes des frontières de terre ouverts au transit des marchandises prohibées.

Selon les dispositions du décret en date du 21 mai 1886, les demandes de poudre que font les exportateurs et les négociants exportateurs doivent être formulées sur papier timbré, et appuyées d'une déclaration énonçant, lorsqu'il s'agit de l'armement d'un navire, le nombre de bouches à feu et autres armes du bâtiment, et, lorsqu'il s'agit d'opérations commerciales, les contrées pour lesquelles les poudres sont destinées.

Les déclarations relatives aux exportations maritimes doivent être visées par le commissaire maritime du lieu d'embarquement. Celles qui se rapportent aux exportations par la voie de terre doivent être visées par le préfet du département où réside le négociant pour le compte duquel se fait l'exportation.

Toute demande d'exportation, établie dans la forme indiquée ci-dessous, doit être adressée à l'entrepôt de la régie le plus voisin du port d'embarquement ou du bureau de douane par lesquels la sortie doit s'effectuer.

Toute commande de poudre supérieure à 20000^{kg} comporte, à titre de garantie de la prise de livraison, le dépôt préalable, entre les mains de l'entreposeur, d'une somme égale au quart du prix de la poudre commandée.

Les demandes de poudres doivent être rédigées comme suit :

Je soussigné (*armateur* ou *négociant*) demeurant à département d (1) déclare vouloir acheter, pour être exportés à en sortant par kilogrammes de poudres, savoir : (*désigner ici les quantités par espèces et qualités*).

Je m'engage à me conformer à toutes les dispositions prescrites à cet égard par le décret du 21 mai 1886, et (2) notamment à verser entre les mains de l'entreposeur, aussitôt après la notification de l'acceptation de ma commande par le ministre des finances, une somme égale au quart du montant du prix de la poudre.

Je contracte aussi l'engagement, sous toutes peines de droit, dans le cas où l'entreposeur de , qui doit me livrer ces poudres, serait obligé de les demander à la poudrerie, d'en prendre livraison au moment de leur arrivée, soit à l'entrepôt, soit même en gare.

A , le 189 .

Vu par nous, préfet du département d

ou bien :

Vu par nous, commissaire de la marine du port d

(1) En thèse générale, les demandes présentées par des personnes domiciliées à l'étranger doivent être signées par un répondant français domicilié en France.

(2) A supprimer pour les demandes inférieures à 20000^{kg}.

Digitized by Google

Au moment de la livraison des poudres, il est délivré au déclarant un acquit-à-caution (1) relatant les quantités et espèces fournies et fixant la route à suivre.

L'acquit-à-caution garantit, pour le cas où l'exportation de la poudre ne serait pas ultérieurement justifiée, le payement par les soumissionnaires :

1° En ce qui concerne les poudres de chasse et les poudres pyroxylées, d'une somme équivalente au double de la différence entre le prix déjà acquitté et celui qui est réglé par le tarif pour les poudres de même espèce vendues aux consommateurs de l'intérieur;

2° En ce qui concerne les autres poudres, d'une somme égale à celle qui aurait dû être versée au trésor, s'il se fût agi d'une pareille quantité de poudre de chasse ordinaire (fine), dont la sortie n'aurait pas été justifiée.

Quand les exportations qui doivent avoir lieu par mer ne peuvent être effectuées immédiatement, les exportateurs ou négociants sont tenus de déposer les poudres dans les magasins de l'État à ce destinés. Elles y restent jusqu'au jour de la sortie du bâtiment sur lequel elles doivent être embarquées.

Cette prescription n'est pas obligatoire pour les quantités inférieures à 5^{kg}, que les exportateurs peuvent conserver dans les magasins particuliers, lorsque des circonstances fortuites ont retardé le moment prévu pour la sortie du territoire.

Les poudres destinées à être exportées par la voie de terre peuvent sortir par tous les bureaux de douanes ouverts au transit des marchandises prohibées. Elles restent dans les magasins des entreposeurs de la régie jusqu'à leur expédition au bureau de la frontière. Toutefois, en ce qui concerne les expéditions considérables qui se font en wagons complets, et pour lesquels la régie ne possède pas de magasins suffisants, la livraison pourra se faire sans transbordement ni camionnage, dans la gare de la localité où est situé l'entrepôt.

Les livraisons de poudres pyroxylées seront faites soit par les poudreries nationales provisoirement désignées comme lieux d'entrepôt, soit, dès l'arrivée des chargements, par les soins des entreposeurs de la régie. Dans le premier cas, la délivrance des munitions sera subordonnée à la représentation de la facture de registre n° 64 D, constatant que le prix de vente a été versé par l'acheteur à l'entreposeur des contributions indirectes. Dans le second cas, les entreposeurs auront soin de prévenir les destinataires qu'ils seront tenus de prendre possession des poudres immédiatement après l'arrivée des chargements et moyennant le payement préalable du montant du prix de vente.

(1) Il n'est délivré d'acquit-à-caution que sous la garantie d'un tiers.

Digitized by Google

Les mêmes règles sont applicables au coton azotique et au coton-poudre de guerre.

IV. — Cartouches, pièces d'artifice et mèches de sûreté.

Les poudres destinées à être exportées à l'état de pièces d'artifices (poudres de guerre, ancienne fabrication), de cartouches pour armes portatives (poudres de guerre et de chasse), de mèches de sûreté (poudre de mine fin grain), ou de cartouches de poudre de mine comprimées (poudre de mine à grains anguleux), sont livrées aux fabricants suivant le tarif reproduit en tête de la présente instruction. Elles seront contenues dans les enveloppes réglementaires indiquées plus haut, savoir : baril avec sac de 50^{kg} ou de 25^{kg}, ou caisse de 25^{kg} ou de 9^{kg}. Les acheteurs seront tenus de verser entre les mains de l'entreposeur, avant livraison, la valeur des enveloppes suivant les tarifs énoncés ci-dessus; mais ils obtiendront le remboursement de cette valeur au moyen de la remise des enveloppes aux entrepôts dans le délai de trente jours à partir de la livraison.

Ces poudres donnent lieu à la délivrance d'un acquit-à-caution, dont l'apurement reste provisoirement suspendu et qui garantit, pour le cas où l'exportation des poudres ne serait pas ultérieurement justifiée, le payement d'une somme équivalente au double de la différence entre le prix déjà acquitté et le prix de vente à l'intérieur.

Tout industriel voulant se livrer à la fabrication ou au commerce des cartouches de guerre destinées à l'exportation devra être muni d'une autorisation préalable donnée une fois pour toutes, et sans limites de quantités ou de durée; l'industriel aura à justifier de son obtention à toute réquisition de l'administration des contributions indirectes ou de la police.

Cette autorisation pourra être suspendue par arrêtés des ministres de la guerre et de l'intérieur.

Lors de l'enlèvement des cartouches, pièces d'artifice et mèches de sûreté, destinées à être exportées, il est délivré, en échange de l'acquit-à-caution primitif et sous les mêmes conditions, un nouvel acquit-à-caution énonçant la quantité et l'espèce des poudres contenues dans ce matériel.

Digitized by Google

TABLEAU

DES BUREAUX DE DOUANE OUVERTS A LA SORTIE DES POUDRES A FEU EXPORTÉES PAR LA VOIE DE TERRE.

DÉSIGNATION des départements où sont situés les bureaux.	NOMS des bureaux.	DÉSIGNATION des départements où sont situés les bureaux.	NOMS des bureaux.
Ain	Bellegarde.	Nord (Suite)	Godewaersvelde.
Alpes-Marit.	Fontan.		Jeumont.
	Vintimille.		Lille.
Ardennes	Givet.		Maulde-Mortagne.
	Vireux.		Roubaix.
Doubs	Fourgs (Les).		Tourcoing.
	Hôp^{x}-Neufs (Les).		Valenciennes.
	Jougne.		Vieux-Condé.
	Morteau.	Pyrénées (B^{ses}-)	Bayonne.
	Pontarlier.		Béhobie.
	Verrières.		Hendaye.
Haute-Garonne.	Toulouse.	Pyrénées-Orientales	Bourg-Madame.
Meurthe-et-Moselle	Audun-le-Roman.		Cerbère.
	Avricourt.	Haut-Rhin	Belfort.
	Batilly.		Chapelle-sous-Rougemont.
	Longwy.		Courtelvant.
	Moncel.		Delle.
	Nancy.		Montreux-Château.
	Pagny.		Petit-Croix.
	Xures.	Rhône	Lyon.
Meuse	Écouvie.	Savoie	Chambéry.
Nord	Anor.		Modane.
	Baisieux.	Savoie (Haute-)	Annecy.
	Bavay.	Vosges	Bussang.
	Blanc-Misseron.		Saint-Dié.
	Douai.		Provenchères.
	Dunkerque.		Wissembach.
	Feignies.		
	Ghyvelde.		

Digitized by Google

N° 204.

DISPOSITIONS A PRENDRE ET FORMALITÉS A REMPLIR EN CAS D'EXPLOSION OU D'INCENDIE.

(Lettre collective n° 2.)

Paris, le 16 février 1895.

Messieurs, la note ministérielle du 31 octobre 1894, relative à l'application dans les établissements militaires de la loi du 2 novembre 1892, sur le travail des femmes, des enfants et des filles mineures dans les établissements industriels, porte que « les certificats à délivrer en cas d'accident seront établis comme il est dit dans la loi, mais dans la forme des certificats d'origine de blessure. Ils seront certifiés par le directeur de l'établissement *et non par l'autorité municipale.* »

Je vous préviens que, comme conséquence de cette mesure, la disposition de la circulaire n° 3 du 17 septembre 1881, qui prescrit d'aviser par exprès le maire et le chef du service local de la gendarmerie, en vue de l'ouverture d'une information par les soins du maire, doit être considérée comme abrogée.

Les autres dispositions de la circulaire susvisée sont maintenues.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente lettre collective.

G^al^ ZURLINDEN.

N° 205.

TRAVAIL DES FEMMES, FILLES ET ENFANTS dans les établissements du service des poudres et salpêtres.

(Lettre collective n° 3.)

Paris, le 21 février 1895.

Messieurs, la note ministérielle du 31 octobre 1894, insérée au *Bulletin officiel*, a fixé les conditions dans lesquelles la loi du 9 novembre 1892 sur le travail des femmes, filles et enfants dans les établissements industriels, serait appliquée aux établissements militaires.

Digitized by Google

Indépendamment de ces dispositions générales, auxquelles vous avez à vous conformer, je vous adresse, sur le même objet, un règlement spécial applicable aux établissements du service des poudres et salpêtres.

Je vous prie de m'accuser réception de ce document.

Gal ZURLINDEN.

RÈGLEMENT

RELATIF AU TRAVAIL DES FEMMES, FILLES ET ENFANTS, DANS LES ÉTABLISSEMENTS DU SERVICE DES POUDRES ET SALPÊTRES.

Age d'admission.

ARTICLE PREMIER. — Il ne sera employé, dans les établissements du service des poudres et salpêtres, aucune femme, ou fille âgée de moins de 18 ans.

Les enfants âgés de 13 à 18 ans ne pourront être employés que pour les travaux spécifiés à l'article 6 ci-dessous.

Durée du travail. — Travail de nuit. — Repos hebdomadaire.

ART. 2. — La durée du travail effectif de jour ne devra pas dépasser 11 heures par journée de 24 heures pour les femmes et filles, et 10 heures pour les enfants âgés de moins de 18 ans.

ART. 3. — En principe, les femmes et filles et les enfants âgés de moins de 18 ans ne devront être employés à aucun travail de nuit (de 9 heures du soir à 5 heures du matin).

Il pourra toutefois être dérogé à cette règle, dans les établissements où le ministre de la guerre aura prescrit une augmentation de la durée normale du travail, motivée par des besoins exceptionnels, sous réserve d'une autorisation spéciale du ministre et avec la condition que la durée du travail effectif, lorsqu'elle comprendra des heures de nuit, ne dépassera pas 10 heures par journée de 24 heures.

ART. 4. — Les heures de travail ci-dessus indiquées seront coupées par un ou plusieurs repos dont la durée totale ne pourra être inférieure à une heure et pendant lesquels le travail sera interdit.

ART. 5. — En principe, les femmes et filles et les enfants âgés de moins de 18 ans auront droit à un jour de repos par semaine (le dimanche), sans préjudice des jours de fête reconnus par la loi.

Il ne sera dérogé à cette règle qu'en cas de travail intensif et sur l'autorisation formelle du ministre de la guerre.

Digitized by Google

Nature des travaux.

ART. 6. — Les enfants âgés de moins de 18 ans ne pourront être employés que dans les bureaux, ou dans les ateliers qui ne comportent aucune manipulation d'explosifs, ni aucune opération de fabrication proprement dite.

Les femmes et filles ne devront être employées qu'à des travaux qui n'entraînent aucun excès de fatigue et dont les manipulations présentent une sécurité relative. Ces travaux comprennent les catégories suivantes :

A. Blanchissage, couture, confection ou réparation d'effets de travail, sacs, draps, etc.;

B. Réception et triage de matières premières (coton, etc.);

C. Certaines opérations de fabrication ne présentant que des dangers d'incendie sans explosion (tamisage et passage du coton-poudre humide, découpage et bottelage des poudres sans fumée, etc.);

D. Compression de cartouches, emballage, emboîtage, encaissage des poudres de toute espèce, ou autres opérations comportant la manipulation de produits terminés.

Nombre d'ouvrières par atelier.

ART. 7. — Pour les travaux des séries A et B, visés à l'article précédent, le nombre des ouvrières employées dans un même atelier n'est pas limité. Pour les travaux de la série C, l'organisation des ateliers existants ou à installer devra être soumise à l'approbation du ministre qui fixera le nombre des ouvrières dans chaque cas particulier.

Ce nombre ne devra pas dépasser 6 par atelier pour les travaux de la série D.

Mesures de précaution. — Discipline.

ART. 8. — Les ateliers dans lesquels seront exécutés les travaux des séries C et D devront être établis conformément aux règles en vigueur dans les établissements du service des poudres et salpêtres, notamment en ce qui concerne l'isolement, l'éclairage et la ventilation. Ils seront, *à moins d'inconvénients reconnus pour l'organisation du travail*, pourvus de sièges fixes, et des issues seront ménagées en nombre suffisant pour en assurer la rapide évacuation en cas d'accident. Des bassins remplis d'eau seront disposés à proximité de chaque atelier.

ART. 9. — Les femmes et filles et les enfants âgés de moins de 18 ans seront soumis à toutes les mesures de discipline prescrites par les consignes en vigueur dans chaque établissement, notamment en ce qui concerne la fouille à l'entrée et à la sortie, l'emploi de chaussures spéciales, etc.

Digitized by Google

Il leur sera interdit de pénétrer, sous aucun prétexte, dans des locaux ou ateliers autres que ceux qui leur sont affectés.

Accidents.

ART. 10. — En cas d'accident mortel, ou ayant occasionné une blessure grave (1) à un ou plusieurs des travailleurs visés par le présent règlement, il y aura lieu de se conformer aux dispositions de la note ministérielle du 31 octobre 1894 et de la circulaire n° 3 du 17 septembre 1881, modifiée par la lettre collective n° 2 du 16 février 1895.

ART. 11. — Les documents périodiques que la note ministérielle du 31 octobre 1894 prescrit d'adresser au cabinet du ministre (correspondance générale), le 5 janvier de chaque année, ne devront mentionner, en ce qui concerne les accidents, que les accidents mortels et ceux qui auront entraîné une cessation de travail de plus de huit jours.

Paris, le 21 février 1895.

Approuvé :

Le ministre de la guerre,

G^al ZURLINDEN.

N° 206.

SURVEILLANCE DES FABRIQUES DE DYNAMITE.

(Lettre collective n° 4.)

Paris, le 4 avril 1895.

Messieurs, la lettre collective n° 17 du 31 octobre 1893 a fixé l'importance des échantillons à fournir par les dynamiteries privées, actuellement existantes, en vue d'obtenir l'autorisation de fabriquer de nouveaux types, et elle a fait connaître la destination desdits échantillons.

Je vous informe que les mêmes dispositions devront être considérées comme applicables aux fabriques nouvelles, lorsque le décret d'autorisation spécifiera la remise à l'agent des poudres et salpêtres d'échantillons des divers types de dynamite visés par le décret.

Dans tous les cas, le directeur de la poudrerie dont relève cet

---

(1) C'est-à-dire une blessure qui paraîtra devoir entraîner une cessation de travail de plus de huit jours.

Digitized by Google

agent devra m'aviser de l'envoi qui lui aura été fait des échantillons, et m'adresser en même temps une note qui en fasse connaître la composition exacte et le procédé de préparation.

Les échantillons ne devront être expédiés, en tout ou partie, à la Commission des substances explosives que sur nouvel avis.

Je vous prie, messieurs, de m'accuser réception de la présente lettre collective.

Gal ZURLINDEN.

N° 207.

LOI DU 13 AVRIL 1895

modifiant les conditions dans lesquelles le ministre de la guerre peut interdire l'exportation des armes, pièces d'armes et munitions de toute espèce.

(Inséré au *Journal officiel* du 14 avril 1895.)

Le sénat et la chambre des députés ont adopté,

Le président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

ARTICLE PREMIER. — Est abrogé l'article 11 de la loi du 14 août 1885.

ART. 2. — Des décrets rendus sur la proposition du ministre de la guerre et sur l'avis conforme du ministre du commerce et du ministre des finances peuvent interdire l'exportation des armes, pièces d'armes et munitions de toute espèce.

Des exceptions à la prohibition de sortie pourront être accordées, en raison des destinations, par le ministre de la guerre.

A l'égard des exportations qui seraient ainsi exceptionnellement autorisées, l'arrivée des marchandises à destination sera garantie par des acquits-à-caution délivrés conformément aux prescriptions de l'article 4, titre III, de la loi des 6-22 août 1791 et qui seront déchargés par les agents consulaires de France.

Digitized by Google

La présente loi, délibérée et adoptée par le sénat et par la chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Fait à Paris, le 13 avril 1895.

FÉLIX FAURE.

Par le président de la République :

Le ministre de la guerre,
G^{al} ZURLINDEN.

Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes,
ANDRÉ LEBON.

Le président du conseil, ministre des finances,
A. RIBOT.

N° 208.

DÉCRET DU 21 AVRIL 1895,

modifiant les conditions d'exportation des armes et munitions de guerre.

(Inséré au *Journal officiel* du 13 avril 1893.]

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Vu la loi du 14 août 1885;
Vu la loi du 13 avril 1895;
Vu l'article 4, titre III, de la loi du 26-22 août 1791;
Sur la proposition du ministre de la guerre et l'avis conforme du ministre des affaires étrangères, du ministre de l'intérieur, du ministre du commerce et du ministre des finances,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — La faculté d'exporter les armes et munitions de guerre, accordée par la loi du 14 août 1885, sera exercée, pendant la durée des opérations militaires à Madagascar, dans les conditions indiquées ci-après.

ART. 2. — Est prohibée, pendant la même durée, la sortie de France et d'Algérie de toutes armes de guerre, pièces d'armes de guerre finies et munitions de guerre à destination de Madagascar.

Digitized by Google

ART. 3. — L'exportation des objets visés ci-dessus pour toutes autres destinations restera autorisée dans les conditions fixées par la loi du 14 août 1885, mais sous les restrictions indiquées ci-après.

ART. 4. — L'exportateur devra justifier auprès du préfet de sa résidence qu'il est français, résidant en France, ou, s'il est étranger, qu'il a été régulièrement autorisé à résider en France et qu'il y réside en effet.

ART. 5. — Il devra faire, devant le même préfet, une déclaration portant que les objets par lui exportés ne sont destinés à être expédiés à Madagascar ni directement par lui, ni par acquéreur interposé.

La déclaration indiquera les nom, prénoms et domicile de l'exportateur, la nature, le modèle et le nombre ou poids des objets à exporter; le bureau de douane par lequel ils doivent sortir de France; leur lieu de destination ainsi que les nom, prénoms et domicile du destinataire.

ART. 6. — Comme garantie de ladite déclaration, l'exportateur souscrira un acquit-à-caution, délivré conformément aux prescriptions de l'article 4, titre III, de la loi des 6-22 août 1791.

ART. 7. — Lesdits acquits seront déchargés par les agents consulaires de France, trois mois après l'arrivée des objets exportés, si ces objets se trouvent encore dans le pays où ils ont été primitivement expédiés par l'exportateur, ou s'il n'est pas à la connaissance de l'agent consulaire qu'ils en soient sortis pour être réexpédiés à Madagascar.

ART. 8. — S'il est à la connaissance de l'agent consulaire que certains objets sont sortis pour être expédiés à Madagascar, il refusera de décharger l'acquit pour ces objets et en donnera avis au ministre des finances qui, après enquête et l'exportateur entendu, décidera s'il y a lieu de poursuivre la rentrée du montant de l'acquit non déchargé.

ART. 9. — Les ministres des affaires étrangères, de l'intérieur,

Digitized by Google

du commerce et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait au Havre, le 21 avril 1895.

FÉLIX FAURE.

Par le président de la République :

Le ministre de la guerre,
G^{al} ZURLINDEN.

Le ministre des affaires étrangères,
G. HANOTAUX.

Le ministre de l'intérieur,
G. LEYGUES.

Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes,
ANDRÉ LEBON.

Le président du conseil, ministre des finances,
RIBOT.

N° 209.

EXPORTATION DES ARMES ET MUNITIONS DE GUERRE ET DE LA POUDRE DE GUERRE.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Lettre commune n° 102, du 22 mai 1895.)

Monsieur le directeur, une loi du 13 avril dernier a modifié les conditions dans lesquelles M. le ministre de la guerre peut interdire l'exportation des armes, pièces d'armes et munitions de toute espèce.

Par application de la loi précitée et en raison des opérations militaires actuellement engagées à Madagascar, un décret du 21 avril dernier interdit l'exportation des armes de guerre, pièces d'armes de guerre et munitions de guerre non chargées à destination de Madagascar.

L'exportation des objets ci-dessus visés pour toutes autres destinations reste autorisée, mais sous certaines restrictions.

D'autre part, faisant usage de la faculté qui lui est conférée par l'article 1 du décret du 21 mai 1886, M. le ministre de la guerre a

Digitized by Google

décidé de suspendre l'exportation de la poudre de guerre à destination de Madagascar, pendant toute la durée des opérations militaires en cours.

Je vous prie, en conséquence, d'inviter les entreposeurs à ne pas donner suite, jusqu'à nouvel ordre, aux commandes de poudre de guerre pour Madagascar qui pourraient leur être adressées.

Les commandes de poudres de l'espèce pour toutes autres destinations continueront d'être acceptées comme par le passé.

Aucune modification n'est également apportée aux conditions d'exportation des explosifs autres que la poudre de guerre.

Recevez, Monsieur le directeur, l'assurance de mes sentiments de considération et d'attachement.

Le conseiller d'État, directeur général,
A. CATUSSE.

N° 210.

DÉCRET DU 17 AOUT 1895

sur les explosifs de mine aux nitrates d'ammoniaque ou de soude.

(Inséré au *Journal officiel* du 23 août 1895.)

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE,

Sur le rapport du président du conseil, ministre des finances;
Vu la lettre du ministre de la guerre, en date du 26 juin 1895;
Vu la loi du 16 mars 1819;
Vu les décrets des 29 septembre 1850, 20 avril 1859, 8 octobre 1865, 12 août 1889 et 12 juin 1890, déterminant les prix de vente des poudres de mine livrées à l'intérieur.

DÉCRÈTE :

ART. 1er. — Les prix des explosifs de mine aux nitrates d'ammoniaque ou de soude, qui seront vendus dans les entrepôts de la Régie, sont fixés ainsi qu'il suit :

Digitized by Google

Type N.	N° 1.			
	Nitrate d'ammoniaque et nitronaphtaline.....	*a* (1) *b* (1) *c* (1) *d* (1)	2fr,25	le kil.
	N° 2.			
	Nitrate de soude et nitronaphtaline.....		1fr,25	»
Type C.	N° 1.			
	Nitrate d'ammoniaque et crésylate d'ammoniaque.....	*a* (1) *b* (1)	2fr,25	»
	N° 2.			
	Nitrate de soude et crésylate d'ammoniaque.....		1fr,45	»
Type P. Cartouches comprimées.	N° 1.			
	20 pour 100 de coton-poudre.....		3fr,10	»
	N° 2.			
	9,5 pour 100 de coton-poudre.....		2fr,85	»

ART. 2. — Le président du conseil, ministre des finances, est chargé de l'exécution du présent décret qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait au Havre, le 17 août 1895.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le président du conseil,
ministre des finances,
A. RIBOT.

N° 211.

EXPLOSIFS DE MINE AUX NITRATES D'AMMONIAQUE OU DE SOUDE.

(Lettre collective n° 9.)

Paris, le 2 septembre 1895.

Messieurs, un décret en date du 17 août 1895 a fixé les prix de

(1) Échantillons différant par les proportions des composants.

Digitized by Google

vente de trois types d'explosifs de mine aux nitrates d'ammoniaque ou de soude, dits *type* N, *type* C et *type* P.

Ces trois types diffèrent essentiellement entre eux par l'addition, aux nitrates d'ammoniaque ou de soude, soit de la nitronaphtaline (type N), soit du crésylate d'ammoniaque (type C), soit du coton-poudre (type P).

I. Les explosifs du type N ne sont autres que les poudres dites *de sûreté,* qui sont fabriquées depuis plusieurs années à la poudrerie nationale d'Esquerdes et dont les prix de vente avaient été fixés par le décret du 12 juin 1890.

Ils comprennent deux numéros, l'un à base de nitrate d'ammoniaque et de nitronaphtaline (n° 1), l'autre à base de soude et de nitronaphtaline (n° 2).

Le type N n° 1 comprend lui-même quatre échantillons distincts, dénommés *a*, *b*, *c*, *d*, et différant principalement par les proportions des composants, ainsi qu'il résulte du tableau-ci-après :

DÉNOMINATION DE L'EXPLOSIF.		COMPOSITION POUR 100 PARTIES.			
		Nitrate		Nitronaphtaline	
		d'ammoniaque.	de baryte.	Bi-	Tri-
Type N N° 1.	*a*.....	95,50	»	»	4,50
	b.....	91,50	»	8,50	»
	c.....	87,40	»	12,60	»
	d.....	82,40	5,00	12,60	»

L'explosif du type N n° 2 se compose de

Nitrate de soude.....	80 pour 100
Mononitronaphtaline.....	20 pour 100

Le prix de vente des explosifs du type N n° 1 est de $2^{fr},25$ le kilogramme, et celui de l'explosif du type N n° 2 de $1^{fr},25$.

II. Les explosifs du type C, dont la fabrication sera confiée provisoirement à la poudrerie nationale d'Esquerdes, comprennent également deux numéros.

Digitized by Google

Au type C n° 1 (à base de nitrate d'ammoniaque et de crésylate d'ammoniaque) se rapportent deux échantillons *a* et *b*, présentant les compositions ci-après :

DÉNOMINATION DE L'EXPLOSIF.	COMPOSITION POUR 100 PARTIES.	
	Nitrate d'ammoniaque.	Crésylate d'ammoniaque.
Type C N° 1. *a*	93	7
Type C N° 1. *b*	78	22

L'explosif du type C n° 2 se compose de

Nitrate de soude	75 pour 100
Crésylate d'ammoniaque	25 pour 100

Les prix de vente des explosifs du type C n° 1 et n° 2 sont respectivement de 2^{fr},25 et 1^{fr},45 par kilog.

III. Les explosifs du type P désignent les cartouches comprimées au coton-poudre et au nitrate d'ammoniaque qui sont actuellement fabriquées par les poudreries nationales de Sevran-Livry et de Saint-Médard et dont les prix de vente ont été fixés par le décret du 12 juin 1890. Ils comprennent deux numéros présentant les compositions suivantes :

DÉNOMINATION DE L'EXPLOSIF.	COMPOSITION POUR 100.	
	Nitrate d'ammoniaque.	Coton-poudre.
Type P N° 1	80,0	20,0
Type P N° 2	90,5	9,5

Il convient de remarquer qu'afin de conserver l'analogie de classification avec les deux séries précédentes, au point de vue de la force relative des deux numéros de chaque type, il a paru néces-

Digitized by Google

saire, pour le type P, de désigner l'ancien n° 1 par le n° 2 et inversement.

Les prix de vente des explosifs du type P n° 1 et n° 2 sont respectivement de 3^{fr},10 et 2^{fr},85 par kilogramme.

Je vous prie, Messieurs, de m'accuser réception de la présente lettre collective.

G^{al} ZURLINDEN.

FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE DU TOME VIII.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE ANALYTIQUE.

PREMIÈRE PARTIE.

DOCUMENTS TECHNIQUES.

Pages

Recherches sur quelques sels de l'acide azothydrique ; par MM. BERTHELOT, sénateur, membre de l'Institut, président de la Commission des substances explosives, et VIEILLE, ingénieur en chef des poudres et salpêtres..... 7

Étude des dérivés de l'acide azothydrique; par M. L. CHENEL, chef d'épreuves du Laboratoire central des poudres..... 17

Sur les équations de la balistique intérieure; par M. R. LIOUVILLE, ingénieur des poudres et salpêtres..... 25

Sur le dosage de l'azote dans les nitrates, les éthers nitriques et les dérivés nitrés, par la méthode de Kjeldahl ; par M. L. CHENEL, chef d'épreuves du Laboratoire central des poudres..... 37

Dosage de l'azote dans le coton-poudre par la méthode de Kjeldahl (mode opératoire); par M. L. CHENEL, chef d'épreuves du Laboratoire central des poudres..... 45

Note sur le mesurage de la viscosité des collodions; par M. L. CHENEL, chef d'épreuves du Laboratoire central des poudres..... 48

Note complémentaire sur la déshydratation du coton-poudre par l'alcool; par M. MESSIER, ingénieur des poudres et salpêtres..... 52

Note sur un procédé de vérification des boîtes à poudre de chasse; par M. THIBAUDAU, ingénieur des poudres et salpêtres..... 57

Compte rendu des travaux de la Commission des substances explosives pendant les années 1894 et 1895..... 60

Étude sur la détermination des maximums de pression dans les armes de chasse; par M. VIEILLE, ingénieur en chef des poudres et salpêtres. 85

Note sur la fabrication du bichromate d'ammoniaque et du nitrate de baryte à la raffinerie nationale de Lille; par M. LOISEAU, ingénieur des poudres et salpêtres..... 100

Sur la fabrication des cotons nitrés; par M. BRULEY, ingénieur des poudres et salpêtres..... 111

Digitized by Google

Pages.

Note sur la ventilation des ateliers de fabrication de coton-poudre à la poudrerie d'Angoulême; par M. DALSACE, ingénieur des poudres et salpêtres..... 138

Dynamitières souterraines. — RAPPORT N° 89 DU 10 OCTOBRE 1895 (COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES)..... 160

DOCUMENTS ANNEXES AU RAPPORT N° 89..... 170

Dynamitières souterraines. — Expériences de Blanzy. — RAPPORT N° 101 DU 9 AVRIL 1896 (COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES)..... 218

DOCUMENTS ANNEXES AU RAPPORT N° 101..... 250

PLANCHE..... 186

DEUXIÈME PARTIE.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.

France.

Pages.

N° 176. — DÉCRET DU 19 AOUT 1893 RELATIF AU SÉCHAGE DU COTON AZOTIQUE EMPLOYÉ DANS LES DYNAMITERIES PRIVÉES..... *3

N° 177. — PRÉCAUTIONS A PRENDRE POUR L'EMMAGASINAGE DES CHIFFONS ET MATIÈRES GRASSES..... *5

N° 178. — INCENDIE SURVENU, LE 5 JUILLET 1893, DANS LE MAGASIN *h'* DE LA POUDRERIE DE SEVRAN-LIVRY..... *6

N° 179. — EXPLOSION SURVENUE, LE 26 JUIN 1893, DANS LE BATIMENT N° 30 DE LA POUDRERIE DE SEVRAN-LIVRY..... *10

N° 180. — FABRICATION DE NOUVEAUX TYPES DE DYNAMITE..... *16

N° 181. — EXPORTATION DU COTON-POUDRE..... *16

N° 182. — NOUVELLES INSTRUCTIONS SUR LA MARCHE A SUIVRE POUR SUBORDONNER LES ADJUDICATIONS DE NITRATE DE SOUDE ET DE CHLORURE DE POTASSIUM AU PRIX DU SALPÊTRE BRUT..... *17

N° 183. — MISE EN VENTE DE NOUVELLES POUDRES DE CHASSE PYROXYLÉES.. *18

N° 184. — CIRCONSCRIPTIONS DES POUDRERIES..... *19

N° 185. — LOI DU 18 DÉCEMBRE 1893 SUR LES ASSOCIATIONS DE MALFAITEURS. *25

N° 186. — LOI DU 18 DÉCEMBRE 1893 PORTANT MODIFICATION ET ADDITION A

Digitized by Google

Pages.

L'art. 3 de la loi du 19 juin 1871 sur les explosifs..... *26

N° 187. — Recrutement et préparation d'agents du service des poudres et salpêtres pour la surveillance des dynamiteries privées..... *28

N° 188. — Emballage du pulvérin destiné aux artificiers..... *30

N° 189. — Statistique des accidents..... *31

N° 190. — Vérification des installations des fabriques et dépôts de dynamite..... *31

N° 191. — Transport par chemin de fer des munitions de sureté accompagnées d'une arme..... *32

N° 192. — Transport par chemins de fer des explosifs Favier..... *34

N° 193. — Vérification des installations de fabriques et de dépôts de dynamite..... *35

N° 194. — Feuille additive du 29 juin 1894 a l'Instruction du 4 novembre 1891 sur les conditions de réception du coton-poudre fabriqué par le service des poudres et salpêtres pour le département de la marine..... *36

N° 195. — Surveillance technique des fabriques d'artifice..... *37

N° 196. — Arrêté du 12 octobre 1894, concernant les versements a la caisse des retraites pour la vieillesse..... *39

N° 197. — Versements a la caisse des retraites pour la vieillesse.... *41

N° 198. — Arrêté du 29 octobre 1894, fixant les prix de vente des poudres a feu destinées a l'exportation..... *43

N° 199. — Arrêté du 29 octobre 1894, fixant le prix des poudres a feu que la régie des contributions indirectes livrera aux gouvernements des colonies et pays de protectorat..... *49

N° 200. — Décret du 30 octobre 1894, autorisant la mise en vente d'un nouveau type de coton azotique..... *51

N° 201. — Note ministérielle relative a l'application, dans les établissements militaires, de la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des femmes, des enfants et des filles mineures dans les établissements industriels..... *53

Première annexe : Loi du 2 novembre 1892 sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels (Extraits)..... *59

Deuxième annexe : Décret du 13 mai 1893, relatif aux travaux excessifs, insalubres ou dangereux interdits aux enfants, filles ou femmes (Extraits)..... *64

Troisième annexe : Loi du 12 juin 1893, concernant l'hy-

Digitized by Google

Pages.

giène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels (Extraits) *68

QUATRIÈME ANNEXE : Décret du 10 mars 1894 concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels (Extraits)..... *70

N° 202. — ARRÊTÉ DU 12 FÉVRIER 1895, FIXANT LES PRIX DE VENTE DES POUDRES A FEU DESTINÉES A L'EXPORTATION..... *75

N° 203. — ARRÊTÉ DU 12 FÉVRIER 1895, FIXANT LES PRIX DE VENTE DES POUDRES A LIVRER AUX GOUVERNEMENTS DES COLONIES ET PAYS DE PROTECTORAT..... *78

N° 204. — DISPOSITIONS A PRENDRE ET FORMALITÉS A REMPLIR EN CAS D'EXPLOSION OU D'INCENDIE..... *89

N° 205. — TRAVAIL DES FEMMES, FILLES ET ENFANTS DANS LES ÉTABLISSEMENTS DU SERVICE DES POUDRES ET SALPÊTRES *89

N° 206. — SURVEILLANCE DES FABRIQUES DE DYNAMITE..... *92

N° 207. — LOI DU 13 AVRIL 1895, MODIFIANT LES CONDITIONS DANS LESQUELLES LE MINISTRE DE LA GUERRE PEUT INTERDIRE L'EXPORTATION DES ARMES, PIÈCES D'ARMES ET MUNITIONS DE TOUTE ESPÈCE..... *93

N° 208. — DÉCRET DU 21 AVRIL 1895, MODIFIANT LES CONDITIONS D'EXPORTATION DES ARMES ET MUNITIONS DE GUERRE..... *94

N° 209. — EXPORTATION DES ARMES ET MUNITIONS DE GUERRE ET DE LA POUDRE DE GUERRE..... *96

N° 210. — DÉCRET DU 17 AOUT 1895, SUR LES EXPLOSIFS DE MINE AUX NITRATES D'AMMONIAQUE OU DE SOUDE..... *97

N° 211. — EXPLOSIFS DE MINE AUX NITRATES D'AMMONIAQUE OU DE SOUDE..... *98

Digitized by Google

TABLE ALPHABÉTIQUE.

(On a marqué en **caractères gras** les noms d'auteurs, en PETITES CAPITALES les titres des articles et documents, en *italiques* toutes les autres indications.)

Accidents : statistique, *31.
Angoulême : ventilation des atelie de fabrication e coton-poudre, 138.
Armes : exportation, 93*, *94, *96.
Armes de chasse : maximums de pression, 85.
ARRÊTÉ DU 11 OCTOBRE 1894 CONCERNANT LES VERSEMENTS A LA CAISSE DES RETRAITES POUR LA VEILLESSE : *39.
ARRÊTÉ DU 29 OCTOBRE 1894 FIXANT LES PRIX DE VENTE DES POUDRES A FEU DESTINÉES A L'EXPORTATION : *43.
ARRÊTÉ DU 29 OCTOBRE 1894 FIXANT LE PRIX DES POUDRES A FEU QUE LA RÉGIE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES LIVRERA AUX GOUVERNEMENTS DES COLONIES ET PAYS DE PROTECTORAT : *49.
ARRÊTÉ DU 12 FÉVRIER 1895 FIXANT LES PRIX DE VENTE DES POUDRES A FEU DESTINÉES A L'EXPORTATION : *75.
ARRÊTÉ DU 12 FÉVRIER 1895 FIXANT LES PRIX DE VENTE DES POUDRES A LIVRER AUX GOUVERNEMENTS DES COLONIES ET PAYS DE PROTECTORAT : *78.
Artifices (*Fabrique d'*) : surveillance technique, *37.
Associations de malfaiteurs : lois du 19 juin 1871 et du 18 décembre 1893, *25, *26, *27.
Azote (*Dosage de l'*) : méthode Kjeldahl, 37, 45.
Azothydrique (*Acide*) : sels, 7; — dérivés, 17.

Balistique intérieure : équations, 25.
Berthelot et Vieille : Recherches sur quelques sels de l'acide azothydrique, 7.
Bichromate d'ammoniaque : fabrication à Lille, 101.
Boîtes à poudre de chasse : vérification, 57.
Bruley : Sur la fabrication des cotons nitrés, 111.

Caisse des retraites pour la vieillesse : versements, *39, *41.
Chasse (*Poudres de*) : explosion, *10; — pyroxylées, *18.
Chenel (L.) : Étude des dérivés de l'acide azothydrique, 17; — Sur le dosage de l'azote dans les nitrates, les éthers nitriques et les dérivés nitrés, par la méthode de Kjeldahl, 37; — Dosage de l'azote dans le coton-poudre par la méthode de Kjeldahl (mode opératoire), 45; — Note sur le mesurage de la viscosité des collodions, 48.

Digitized by Google

Chiffons : emmagasinage, *5; — incendie, *6.
Chlorure de potassium : adjudications, *17.
Circonscriptions des poudreries : *19.
Colonies (Gouvernements des) : prix des poudres livrées (1894), *49; — (1895), *78; — Notice, *81.
Commission des substances explosives : Compte rendu des travaux (1894 et 1895), 60; — Dynamitières souterraines, 160, 250.
Compte rendu des travaux de la Commission des substances explosives pendant les années 1894 et 1895 : 60.
Conditions de réception : coton-poudre, *36.
Coton azotique : mise en vente du type n° 2, *51; — séchage, *3.
Coton-poudre : exportation, *16; — conditions de réception pour la marine, *36.
Cotons nitrés : fabrication, 111.

Dalsace : Note sur la ventilation des ateliers de fabrication de coton-poudre à la poudrerie d'Angoulême, 138.
Décret du 13 mai 1893, relatif aux travaux excessifs, insalubres ou dangereux interdits aux enfants, filles ou femmes : *64.
Décret du 19 août 1893, relatif au séchage du coton azotique employé dans les dynamiteries privées : *3.
Décret du 10 mars 1894, concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels : *70.
Décret du 30 octobre 1894, autorisant la mise en vente d'un nouveau type de coton azotique : *51.
Décret du 21 avril 1895, modifiant les conditions d'exportation des armes et munitions de guerre : *94.
Décret du 17 août 1895, sur les explosifs de mine aux nitrates d'ammoniaque ou de soude : *97.
Dépôts de dynamite : vérification des installations, *31, *35.
Déshydratation du coton-poudre par l'alcool : 52.
Dispositions a prendre et formalités a remplir en cas d'explosion ou d'incendie : *89.
Dosage de l'azote dans le coton-poudre par la méthode de Kjeldahl (mode opératoire) [L. Chenel] : 45.
Dynamite : nouveaux types, *16.
Dynamiteries privées : séchage du coton azotique, *3; — surveillance, *28, *92; — vérification des installations, *31, *35.
Dynamitières souterraines [Commission des substances explosives] : Rapport n° 89 (10 oct. 1895), 160; — Documents annexes au rapport n° 89, 170; — Rapport n° 101 (9 avril 1896), expériences de Blanzy, 218; — Documents annexes au Rapport n° 101, 250.

Emballage du pulvérin destiné aux artificiers : *30.
Étude des dérivés de l'acide azothydrique [L. Chenel] : 17.
Étude sur la détermination des maximums de pression dans les armes de chasse [Vieille] : 85.
Explosifs de mine aux nitrates d'ammoniaque ou de soude : *97, *98.
Explosions : dispositions à prendre et formalités à remplir, *89.
Explosion survenue, le 29 juin 1893, dans le batiment n° 30 de la poudrerie de Sevran-Livry : *10.

Digitized by Google

Exportation : armes, pièces d'armes et munitions de guerre, *93, *94; — poudres de guerre, *96.

Exportation des armes, pièces d'armes et munitions de guerre : loi du 13 avril 1895, *93; — décret du 21 avril 1895, *94, *96.

EXPORTATION DU COTON-POUDRE : *16.

Exportation (*Poudres d'*) : prix de vente en 1894, *43; — en 1895, *75; — Notice (janvier 1895), *81.

FABRICATION DE NOUVEAUX TYPES DE DYNAMITE : *16.

Favier (*Explosifs*) : transport par chemins de fer, *34.

Femmes, filles et enfants (*Travail des*) : loi du 2 novembre 1892, *53, *59; — décret du 13 mai 1893, *64; — règlement du 21 février 1895, *89.

FEUILLE ADDITIVE DU 29 JUIN 1894 A L'INSTRUCTION DU 4 NOVEMBRE 1871 SUR LES CONDITIONS DE RÉCEPTION DU COTON-POUDRE FABRIQUÉ PAR LE SERVICE DES POUDRES ET SALPÊTRES POUR LE DÉPARTEMENT DE LA MARINE : *36.

Guerre (*Poudres de*) : exportation, *96.

Hygiène des travailleurs : loi du 12 juin 1893, *68; — décret du 10 mars 1894, *70.

Incendies : dispositions à prendre et formalités à remplir, *89.

INCENDIE SURVENU, LE 5 JUILLET 1893, DANS LE MAGASIN *h'* DE LA POUDRERIE DE SEVRAN-LIVRY : *6.

Kjeldahl (*Méthode de*) : 37, 45.

Lille : fabrication du bichromate d'ammoniaque, 101; — du nitrate de baryte, 106.

Liouville (**R.**) : Sur les équations de la balistique intérieure, 25.

LOI DU 19 JUIN 1871 QUI ABROGE LE DÉCRET DU 4 SEPTEMBRE 1870 SUR LA FABRICATION DES ARMES A FEU : *27.

LOI DU 2 NOVEMBRE 1892 : travail des femmes, filles et enfants, *53, *59; — v. Décret du 13 mai 1893.

LOI DU 12 JUIN 1893 CONCERNANT L'HYGIÈNE ET LA SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS DANS LES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS : *68; — v. Décret du 10 mars 1894.

LOI DU 18 DÉCEMBRE 1893 SUR LES ASSOCIATIONS DE MALFAITEURS : *25.

LOI DU 18 DÉCEMBRE 1893 PORTANT MODIFICATION ET ADDITION A L'ARTICLE 3 DE LA LOI DU 19 JUIN 1871 SUR LES EXPLOSIFS : *26.

LOI DU 13 AVRIL 1895 MODIFIANT LES CONDITIONS DANS LESQUELLES LE MINISTRE DE LA GUERRE PEUT INTERDIRE L'EXPORTATION DES ARMES, PIÈCES D'ARMES ET MUNITIONS DE TOUTE ESPÈCE : *93; — v. Décret du 21 avril 1895.

Loiseau : Note sur la fabrication du bichromate d'ammoniaque et du nitrate de baryte à la raffinerie nationale de Lille, 100.

Matières grasses : emmagasinage, *5; — incendie, *6.

Maximums de pression : armes de chasse, 85.

Messier : Note complémentaire sur la déshydratation du coton-poudre par l'alcool, 52.

MISE EN VENTE DES NOUVELLES POUDRES DE CHASSE PYROXYLÉES : *18.

Munitions de guerre : exportation, *93, *94, *96.

Munitions de sûreté : transport par chemins de fer, *32.

Nitrate de baryte : fabrication à Lille, 106.

Digitized by Google

Nitrate de soude : adjudications, *17.
Nitrates d'ammoniaque ou de soude (*Explosifs de mine aux*) : *97, *98.
NOTE COMPLÉMENTAIRE SUR LA DÉSHYDRATATION DU COTON-POUDRE PAR L'ALCOOL [Messier] : 52.
NOTE MINISTÉRIELLE DU 31 OCTOBRE 1894 RELATIVE A L'APPLICATION, DANS LES ÉTABLISSEMENTS MILITAIRES, DE LA LOI DU 2 NOVEMBRE 1892 SUR LE TRAVAIL DES FEMMES, DES ENFANTS ET DES FILLES MINEURES : *53.
NOTE SUR LA FABRICATION DU BICHROMATE D'AMMONIAQUE ET DU NITRATE DE BARYTE A LA RAFFINERIE NATIONALE DE LILLE [Loiseau] : 100.
NOTE SUR LA VENTILATION DES ATELIERS DE FABRICATION DE COTON-POUDRE A LA POUDRERIE D'ANGOULÊME [Dalsace] : 138.
NOTE SUR LE MESURAGE DE LA VISCOSITÉ DES COLLODIONS [L. Chenel] : 48.
NOTE SUR UN PROCÉDÉ DE VÉRIFICATION DES BOÎTES A POUDRE DE CHASSE [Thibaudau] : 57.
NOTICE INDIQUANT LES CONDITIONS AUXQUELLES SONT LIVRÉES LES POUDRES A FEU DESTINÉES A L'EXPORTATION (janvier 1895) : *81.
NOUVELLES INSTRUCTIONS SUR LA MARCHE A SUIVRE POUR SUBORDONNER LES ADJUDICATIONS DE NITRATE DE SOUDE ET DE CHLORURE DE POTASSIUM AU PRIX DU SALPÊTRE BRUT : *17.

Pièces d'armes : exportation, *93, *94, *96.
Poudres de guerre : exportation, *96.
PRECAUTIONS A PRENDRE POUR L'EMMAGASINAGE DES CHIFFONS ET DES MATIÈRES GRASSES : *5.
Prix de vente : poudres d'exportation (1894), *43; — (1895), *75; — poudres pour les gouvernements des colonies et pays de protectorat (1894), *49; — (1895), *78; — Notice, *81; — explosifs de mine du type C, *97, *98; — v. Vente.
Protectorat (*Gouvernements des pays de*) : prix des poudres livrées (1894), *49; — (1895), *78; — Notice, *81.
Pulvérin : emballage, *30.
Pyroxylées (*Poudres de chasse*) : mise en vente, *18.

RECHERCHES SUR QUELQUES SELS DE L'ACIDE AZOTHYDRIQUE [Berthelot et Vieille] : 7.
RECRUTEMENT ET PRÉPARATION D'AGENTS DU SERVICE DES POUDRES ET SALPÊTRES POUR LA SURVEILLANCE DES DYNAMITERIES PRIVÉES : *28.
Règlement du 21 février 1895 *:* travail des femmes, filles et enfants, *89.

Séchage du coton azotique : *3.
Sécurité des travailleurs : loi du 12 juin 1893, *68; — décret du 10 mars 1894, *70.
Sevran-Livry : incendie, *6; — explosion, *10.
Solubilité (*Détermination de la*) : celluloses nitriques, 135.
STATISTIQUE DES ACCIDENTS : *31.
SUR LA FABRICATION DES COTONS NITRÉS [Bruley] : 111.
SUR LE DOSAGE DE L'AZOTE DANS LES NITRATES, LES ÉTHERS NITRIQUES ET LES DÉRIVÉS NITRÉS, PAR LA MÉTHODE DE KJELDAHL [L. Chenel] : 37.
SUR LES ÉQUATIONS DE LA BALISTIQUE INTÉRIEURE [R. Liouville] : 25.
SURVEILLANCE TECHNIQUE : fabriques et dépôts de dynamite, *28, *31, *35, *92 ; — fabriques d'artifices, *37.

Digitized by Google

Thibaudau : Note sur un procédé de vérification des boîtes à poudre de chasse, 57.
TRANSPORT PAR CHEMINS DE FER DES EXPLOSIFS FAVIER : *34.
TRANSPORT PAR CHEMINS DE FER DES MUNITIONS DE SURETÉ ACCOMPAGNÉES D'UNE ARME : *32.
Travail dans les établissements industriels (*Conditions du*) : *53, *59, *64, *68, *70, *89.
Travail des femmes, filles et enfants : loi du 2 novembre 1892, *53, *59; — décret du 12 mai 1893, *64; — règlement du 21 février 1895, *89.

Vente (*Mise en*) : poudres de chasse pyroxylées, *18; — coton azotique n° 2, *51; — explosifs de mine du type C, *97, *98; — v. Prix de vente.
Ventilation : ateliers de fabrication du coton-poudre, 138.
VÉRIFICATION DES INSTALLATIONS DES FABRIQUES ET DÉPÔTS DE DYNAMITE : *31, *35.
VERSEMENTS A LA CAISSE DES RETRAITES POUR LA VIEILLESSE : *39, *41.
Vieille : Étude sur la détermination des maximums de pression dans les armes de chasse, 85; — v. Berthelot et Vieille.
Viscosité (*Mesurage de la*) : collodions, 48, 136.

21716 Paris. — Impr. GAUTHIER-VILLARS ET FILS, quai des Grands-Augustins, 55.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google